

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

**ANÀLISIS DE POBLACIONS ENERGÈTICAMENT
INDEPENDENTS**



Memòria i Annexos

Autor: Oriol Boada Figueredo
Director: Maria Elena Martín
Convocatòria: Octubre 2018

Resum

En el següent document, es farà una recerca d'aquelles energies renovables que millor s'adaptin a l'autonomia i autosuficiència de petites zones urbanitzades.

Es pretén aconseguir posar en marxa instal·lacions per genera energia, independitzant-se de la xarxa nacional o del subministrament de grans companyies, convertint-se en productors, propietaris i consumidors de les seves pròpies necessitats energètiques.

Per simplificar l'estudi a mode d'exemple, s'estudiarà una llar de nova edificació en una petita urbanització i es dotarà de diferents tipus d'instal·lacions en funció de les necessitats de la casa per aconseguir d'independència energètica.

La climatització de la casa la durà a terme un sistema aerotèrmic , la demanda d'aigua calenta sanitària correrà a càrrec de plaques solars tèrmiques i la resta de necessitats elèctriques les suplirà un camp fotovoltaic de plaques amb l'ajuda d'un sistema d'emmagatzematge.

Resumen

En el siguiente documento, se hará una búsqueda de aquellas energías renovables que mejor se adapten a la autonomía y autosuficiencia de pequeñas zonas urbanizadas.

Se pretende conseguir poner en marcha instalaciones para generar energía, independizándose de la red nacional o del suministro de grandes compañías, convirtiéndose en productores, propietarios y consumidores de sus propias necesidades energéticas.

Para simplificar el estudio a modo de ejemplo, se estudiará un hogar de nueva edificación en una pequeña urbanización y se dotará de diferentes tipos de instalaciones en función de las necesidades de la casa para conseguir independencia energética.

La climatización de la casa la llevará a cabo un sistema aerotérmico, la demanda de agua caliente sanitaria correrá a cargo de placas solares térmicas y las demás necesidades eléctricas las suplirá un campo fotovoltaico de placas con la ayuda de un sistema de almacenamiento.

Abstract

In the following document, a search will be made of those renewable energies that best adapt to the autonomy and self-sufficiency of small urbanized areas.

The aim is to set up facilities to generate energy, becoming independent of the national network or the supply of large companies, becoming producers, owners and consumers of their own energy needs.

To simplify the study by way of example, a new building home will be studied in a small urbanization and will be equipped with different types of facilities depending on the needs of the house to achieve energy independence.

The climate control of the house will be carried out by an aerothermic system, the demand for sanitary hot water will be borne by thermal solar panels and the other electrical needs will be supplied by a photovoltaic plate field with the help of a storage system.

Glossari

Document en que es desenvolupen signes, símbols, abreviatures i acrònims.

Ppm : En anglès *“parts per million”*.

PV: Panell Fotovoltaic.

PWM: Modulació per ample de polsos

MPPT: Seguidor de punt de màxima potència.

LED: En angles *“light-emitting diode”*

Imp: Intensitat a màxima potència

RITE: Reglament instal·lacions tèrmiques en edificis

CTE: En castellà *“Código Técnico de la Edificación”*

PE: Polietilè

Split: Equip de climatització format per una unitat exterior i una d'interior.



Índex

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
GLOSSARI	IV
1. PREFACI	1
1.1. Origen del treball	1
1.2. Motivació	1
2. INTRODUCCIÓ	3
2.1. Objectius del treball.....	3
2.2. Abast del treball.....	3
3. ANÀLISI I CLASSIFICACIÓ DE LES FONTS D'ENERGIA	5
3.1. Introducció a les energies renovables.....	7
3.1.1. Classificació de las instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de fonts renovables.	7
4. UBICACIÓ I DISTRIBUCIÓ DE LA VIVENDA	11
4.1. Ubicació.....	11
4.2. Distribució de la vivenda	11
5. FONTS D'ENERGIES RENOVABLES COMPATIBLES AMB LA VIVENDA.	13
5.2. Ús de l'energia fotovoltaica.....	13
5.3. Ús de l'energia solar tèrmica.....	13
5.4. Ús de l'energia aerotèrmica	13
6. L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	14
6.1. Introducció i els orígens.....	14
6.2. Impacte amb l'efecte hivernacle	15
6.3. Cèl·lules fotovoltaïques	16
6.3.1. Tipus de connexió de les cèl·lules fotovoltaïques.	17
6.4. Sistema d'emmagatzematge.....	18
6.4.1. Bateria Àcid-Plom.....	19
6.5. Regulador	20

6.6.	Inversor	22
6.7.	Estudi d'instal·lació de les plaques fotovoltaïques i el sistema d'emmagatzematge.....	22
6.7.1.	Demanda energètica de la vivenda.....	22
6.7.2.	Demanda energètica de la vivenda considerant les pèrdues.....	24
6.7.3.	Inclinació dels panells fotovoltaïcs	26
6.7.4.	Camp de captació	26
6.7.5.	Camp d'emmagatzematge.....	29
6.7.6.	Regulador.....	31
6.7.7.	Inversor	31
7.	L'ENERGIA SOLAR TÈRMICA	32
7.1.	Introducció	32
7.2.	Tipus de radiació	33
7.3.	Posició del sol i angles del captador	35
7.4.	Ombres.....	37
7.5.	Captador solar tèrmic	40
7.5.1.	Captador solar pla	40
7.5.2.	Paràmetres del captador.....	47
7.6.	Acumuladors solars.....	49
7.6.1.	Tipus d'acumuladors	50
7.6.2.	Proteccions dels acumuladors.....	51
7.7.	Altres components de l'instal·lació.....	52
7.7.1.	Bombes	52
7.7.2.	Vas d'expansió	52
7.8.	Normativa instal·lacions d'energia solar tèrmica.....	53
7.8.1.	Introducció.....	53
7.8.2.	Zones climàtiques.....	54
7.8.3.	Tipus d'edificis	54
7.8.4.	Contribució solar mínima	55
7.9.	Estudi per a la producció d'aigua calenta sanitària	57
7.9.1.	Càlcul d'ACS	59
8.	L'ENERGIA AEROTÈRMICA	73
8.1.	Conceptes bàsics de l'energia aerotèrmica.....	73
8.2.	Funcionament de la bomba de calor	76
8.3.	Diagrama Mollier	79

8.4. Balança energètic	81
8.5. Emplaçament de la bomba de calor.....	85
8.6. Instal·lació elèctrica i hidràulica	86
8.6.1. Instal·lació elèctrica.....	86
8.6.2. Instal·lació hidràulica	87
8.7. El terra radiant	89
8.7.1. Introducció	89
8.7.2. Principi de funcionament.....	90
8.7.3. Confort	91
8.7.4. Compatibilitat amb les energies renovables i absència de sorolls.....	91
8.7.5. Components del terra radiant	91
8.7.6. Avantatges d'utilitzar-lo amb un sistema aerotèrmic	94
8.7.7. Càlcul de la calefacció per terra radiant	94
8.8. Els fancoils.....	106
8.8.1. Que és un fancoil?.....	106
8.8.2. Funcionament	106
8.8.3. Tipus de fancoils.....	106
8.8.4. Càlcul de la refrigeració per fancoils.....	107
8.9. Elecció bomba de calor.....	109
8.10. Càlcul de consums de la bomba de calor	111
ANÀLISIS DEL IMPACTE MEDIAMBIENTAL.	116
CONCLUSIONS.....	119
PRESSUPOST	121
BIBLIOGRAFIA	125
ANNEX A	127

1. Prefaci

1.1. Origen del treball

L'origen del treball es remunta a l'inici del meu grau d'Enginyeria en el que em vaig sentir atret per les energies renovables, així doncs vaig veure l'oportunitat de guiar al meu treball de fi de grau cap a la recerca de formes d'energies netes i renovables.

1.2. Motivació

Un cop fixat el caire del treball amb la tutora del treball de fi de grau, calia fixar les necessitats que el treball requeria, així doncs vaig optar per fer una recerca d'aquelles fonts d'energia renovables que més s'adaptaven a la autosuficiència d'una vivenda per dotar-la d'autonomia i independitzar-la de la xarxa elèctrica nacional i d'altres grans companyies energètiques.

A l'actualitat al nostre país la dependència cap aquestes grans companyies es força gran, pel que resultava atractiu proposar alternatives renovables i que a la llarga també podien sortir rentables, encara que el principal objectiu no fos econòmic.



2. Introducció

2.1. Objectius del treball

Tal i com indica el títol del treball el principal objectiu es fer una estudi exhaustiu de les oportunitats que ens ofereix el mercat renovable a dia d'avui, i a partir d'això adaptar aquestes fonts d'energies a una llar per aconseguir d'independència energètica.

Per tant dit d'una altre manera l'objectiu es aconseguir dotar un vivenda de les instal·lacions que més s'adaptin a les seves necessitats energètiques, aconseguint que la pròpia casa pugui generar tot la seva energia per mitjà d'ella mateixa.

Això serà possible gràcies a l'energia del Sol i de l'energia del aire, que mitjançant aplicacions que ens ofereixen s'aconseguirà que la llar sigui autosostenible. A part d'un estalvi energètic mensual en la factura de la llum,aigua o gas , també suposa una implicació molt positiva mediambientalment parlant a més d'una reducció notable de les emissions de CO₂ al exterior.

2.2. Abast del treball

En el document s'exposarà una primera part dedicada als fonaments teòrics de les fonts d'energia seleccionades per a la vivenda, i una segona part dedicada als aspectes purament pràctics, on s'exposaran una sèrie de càlculs que finalitzaran amb una proposta tècnica per a la llar.

3. Anàlisi i classificació de les fonts d'energia

Són fonts d'energia aquells recursos naturals que l'ésser humà pot utilitzar per extreure energia amb l'objectiu de realitzar un determinat treball o complir alguna utilitat.

Hi ha diferents formes de classificar les fonts d'energia. Una primera classificació vindria determinada per la capacitat de regeneració en funció de la seva utilització. Així, es denominen renovables a aquelles fonts d'energia que o bé es regeneren a la mateixa velocitat que es consumeixen, o directament no es gasten en el seu ús. Per contra, són no renovables les que es troben d'una forma limitada al planeta i la seva velocitat de consum és més gran que la de la seva regeneració, el que acabarà esgotant-les.

Renovables:

- Solar: termosolar, fotovoltaica i tèrmica per aigua calenta.
- Eòlica
- Hidràulica
- De la mar: ones, termomarina, mareomotriu, dels corrents marins i energia blava.
- Bioenergia o energia de biomassa: biogàs, bio dièsel, alcohols i altres.
- Geotèrmica i aerotèrmica.

No Renovables:

- Fòssil: gas natural, petroli i carbó.
- Nuclear: per fissió i per fusió (aquesta última encara en investigació).

Una altra classificació possible vindria determinada pel fenomen que dóna origen a la font. Sent el Sol, l'origen de gairebé tots ells:

FUENTE	EFFECTO	PRODUCTO	TECNOLOGÍA	FIN
RADIACIÓN SOLAR	EVAPORACIÓN	LLUVIA	ENERGÍA HIDRÁULICA	TRABAJO MECÁNICO (+ CALOR RESIDUAL) O CALOR DISIPADO
	VIENTO	OLAS	ENERGÍA EÓLICA	
			ENERGÍA DE LAS OLAS	
	CALENTAMIENTO DEL MAR	DIFERENCIA TÉRMICA EN PROFUNDIDADES	ENERGÍA TERMOMARINA	
		BIOMASA VEGETAL	COMBUSTIÓN	
			ETANOL POR FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	
		CARBÓN, GAS Y PETRÓLEO	COMBUSTIÓN	
	FOTOSÍNTESIS	BIOCOMBUSTIBLES, HIDROCARBUROS, ACEITES, ETC.	COMBUSTIÓN	
		RESIDUOS ORGÁNICOS	PIRÓLISIS	
			COMBUSTIÓN	
			BIOGAS POR DIGESTIÓN ANAEROBICA	
			ENERGÍA SOLAR BIOLUMÍNICA	
			ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	
			ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	
ATRACCIÓN SOLAR Y LUNAR	MAREAS		ENERGÍA SOLAR MAREOMOTRIZ	
CALOR INTERNO TERRESTRE	AGUAS TERMALES	VAPOR EN SUPERFICIE	ENERGÍA GEOTÉRMICA DE ALTA ENTALPÍA	
			ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MEDIANA Y BAJA ENTALPÍA	
DISOCIACIÓN DE MASA EN ENERGÍA	REACCIÓN NUCLEAR	RADIACIONES DE ENERGÍA	ENERGÍA NUCLEAR POR FISSION	
			ENERGÍA NUCLEAR POR FUSION	

Figura 3.1. Classificació segons l'origen de les fonts(Font:[12])

Les fonts d'energia també poden dividir-se en dues categories:

- Primàries: les que s'obtenen directament de la natura abans de ser transformades, com són l'energia solar, eòlica, hidràulica, geotèrmica o de la mar, així com la continguda en la biomassa, el petroli, el gas natural o el carbó.
- Secundàries: obtingudes a partir de la transformació de les primàries. En aquest grup estarien les gasolines, l'electricitat, el gasoil, el fuel, etc.

Així com en:

- Netes i contaminants: en funció de l'impacte ambiental que ocasiona l'extracció i transformació de l'energia. Així, fonts que no generen residus contaminants com l'energia solar o l'eòlica es consideren netes, mentre que d'altres, com el carbó o el petroli, són considerades contaminants.

-
- Convencionals i no convencionals: que distingeixen entre les anomenades "energies tradicionals" (com el carbó, el petroli, el gas natural, l'energia nuclear o l'energia hidràulica) i les energia alternatives (com la solar, l'eòlica, la de biomassa o la mareomotriu) que s'estan desenvolupant davant de les energies convencionals.

Un cop feta aquesta breu classificació de les diferents fonts d'energies, ens centrarem en comentar aquelles que tenen un origen renovable ja que són les que es troben en el marc del treball.

3.1. Introducció a les energies renovables

Segons el bolletí oficial de l'Estat [15], la generació d'energia elèctrica procedent de fonts d'energia renovables i l'augment de l'eficiència energètica constitueixen un pilar fonamental per a la consecució dels objectius de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle així com d'altres objectius comunitaris i internacionals.

Durant els últims vint anys s'ha produït un desenvolupament molt important de les tecnologies de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables.

3.1.1. Classificació de las instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de fonts renovables.

Les instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables incloses en l'àmbit d'aplicació del Reial Decret 413/2014 [16] han estat classificades en grups i subgrups.

Instal·lacions que utilitzin com a energia primària alguna de les energies renovables no fòssils. Es classifica en vuit grups:

Grup 1

Instal·lacions que utilitzin com a energia primària l'energia solar. Aquest grup es divideix en dos subgrups:

Subgrup 1.1

Instal·lacions que únicament utilitzen la radiació solar com a energia primària mitjançant la tecnologia fotovoltaica.

Subgrup 1.2



Instal·lacions que únicament utilitzin processos tèrmics per a la transformació de l'energia solar.

Grup 2

Instal·lacions que únicament utilitzin com a energia primària l'energia eòlica. Aquest grup es divideix en dos subgrups:

Subgrup 2.1

Instal·lacions eòliques ubicades en terra.

Subgrup 2.2

Instal·lacions eòliques ubicades en espais marins, que inclouen tant les aigües interiors com el mar territorial.

Grup 3

Instal·lacions que únicament utilitzin com a energia primària la geotèrmica, hidrotèrmica, aerotèrmica, la de les onades, la de les marees, la de les roques calentes i seques, la oceanotèrmica i l'energia dels corrents marins.

Grup .4

Centrals hidroelèctriques amb una potència instal·lada no sigui superior a 10 MW. Aquest grup es divideix en dos subgrups:

Subgrup 4.1

Centrals hidroelèctriques (presa o assut, presa, canal i altres) que hagin estat construïdes exclusivament per a ús hidroelèctric.

Subgrup 4.2

Centrals hidroelèctriques que hagin estat construïdes en infraestructures existents (preses, canals o conduccions) o dedicades a altres usos diferents al hidroelèctric.

Grup 5

Centrals hidroelèctriques amb una potència instal·lada sigui superior a 10 MW. Aquest grup es divideix en dos subgrups:

Subgrup 5.1

Centrals hidroelèctriques (presa o assut, presa, canal i altres) que hagin estat construïdes exclusivament per a ús hidroelèctric.

Subgrup 5.2

Centrals hidroelèctriques que hagin estat construïdes en infraestructures existents (presa, canals o conduccions) o dedicades a altres usos diferents al hidroelèctric.

Grup 6

Centrals de generació elèctrica o de cogeneració que utilitzin com a combustible principal biomassa procedent de cultius energètics, d'activitats agrícoles, ramaderes o de jardineries, d'aprofitaments forestals i altres operacions silvícoles en les masses forestals i espais verds. S'entén com a combustible principal aquell combustible que suposi, com a mínim, el 90 per cent de l'energia primària utilitzada, mesurada pel poder calorífic inferior.

Grup 7

Centrals de generació elèctrica o de cogeneració que utilitzin com a combustible principal biolíquid produït a partir de la biomassa, entenent com a tal el combustible líquid destinat a usos energètics diferents del transport i incloent l'ús per a producció d'energia elèctrica i la producció de calor i fred, o que utilitzin biogàs procedent de la digestió anaeròbia de cultius energètics, de restes agrícoles, de dejeccions ramaderes, de residus biodegradables d'instal·lacions industrials, de residus domèstics i similars o de llots de depuració d'aigües residuals o altres per als quals sigui aplicable el procés de digestió anaeròbia.

Grup 8

Centrals de generació elèctrica o de cogeneració que utilitzin com a combustible principal biomassa procedent d'instal·lacions industrials del sector agrícola o forestal. S'entén com a combustible principal aquell combustible que suposi, com a mínim, el 90 per cent de l'energia primària utilitzada, mesurada pel poder calorífic inferior.

Dels diferents grups esmentats anteriorment, no tots s'adapten a les necessitats d'una vivenda autònoma i autosuficient, així doncs el treball es centrarà en aquells que són aptes per la vivenda.

Abans d'entrar en profunditat en aquelles energies que s'utilitzaran per produir l'energia que la llar necessita, es mostrarà la ubicació d'aquesta vivenda.

4. Ubicació i distribució de la vivenda

4.1. Ubicació

L'estudi es realitzarà a la ciutat de Cerdanyola del Vallès(Barcelona),concretament a la comarca del Vallès Occidental. La llar es troba situada en una zona a les afores de la població, concretament en una urbanització anomenada Montflorit d'uns 1500 habitants. Aquesta urbanització es caracteritza per ser una zona verda allunyada del centre i propera a zones muntanyenques.

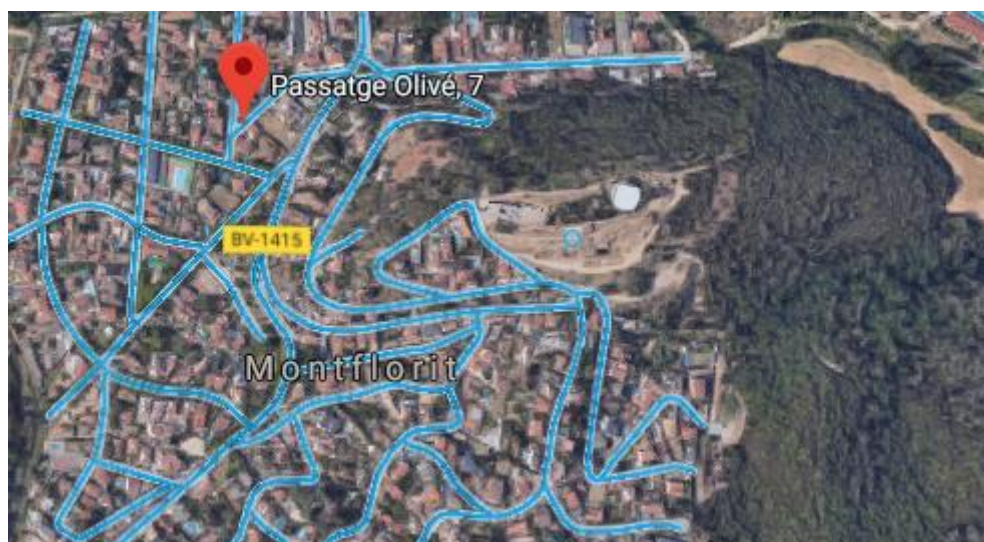


Figura 4.1. Situació geogràfica de la vivenda(Font:[18])

4.2. Distribució de la vivenda

Es tracta d'una vivenda unifamiliar de dues plantes, la primera anomenada principal i una segona anomenada altell, situada al Passatge Olivé 7 amb un total de gairebé 140 m², dels quals 116,56 m² es troben a la primera planta i 21,65m² es troben a l'estudi de la planta altell.

La distribució de la vivenda es la següent:

Descripció	Superfície	Altura
	[m2]	[m]
Bany 1	4,29	3,00
Bany 2	4,25	3,00
Cuina	17,88	3,00
Distribuïdor	5,58	2,44
Escala PB	5,48	2,44
Estar Menjador	26,3	3,00
Habitació 1	16,53	3,00
Habitació 2	10,47	3,00
Habitació 3	9,66	3,00
Habitació 4	7,51	3,00
Rebedor	6,33	2,44
Safareig	2,29	2,44
Estudi	21,65	2,44

Taula 4.2.1. Distribució de la vivenda (Font: Elaboració pròpia)

5. Fonts d'energies renovables compatibles amb la vivenda.

Al tractar-se d'una vivenda unifamiliar les fonts d'energia que s'han considerat més adequades per adaptar-se a la vivenda han sigut l'energia fotovoltaica, l'energia solar tèrmica i l'aerotèrmica.

5.2. Ús de l'energia fotovoltaica.

L'energia fotovoltaica s'emprarà per produir l'energia elèctrica per aquelles càrregues que disposi la casa ja siguin electrodomèstics, lluminàries o petits dispositius elèctrics. Per aconseguir una producció continua durant qualsevol dia o hora de l'any, el sistema fotovoltaic estarà acompanyat d'un sistema d'emmagatzematge per bateries amb la seva corresponent regulació e inversió que s'adapti a les condicions de treball de la vivenda. També s'utilitzarà aquesta font d'energia per alimentar el compressor de la bomba de calor (aerotèrmica) que s'instal·larà a la vivenda.

5.3. Ús de l'energia solar tèrmica.

L'energia solar tèrmica s'utilitzarà per produir aigua calenta sanitària per usos domèstics a la casa, a partir de fer passar una mescla d'aigua per plaques tèrmiques, amb l'objectiu d'escalfar un dipòsit d'acumulació solar

5.4. Ús de l'energia aerotèrmica

Per últim l'energia aerotèrmica s'utilitzarà per la climatització de la casa, ja sigui tant per fred com per calor, tanmateix també servirà d'energia de suport per l'energia solar tèrmica, per si aquesta no fos capaç de produir tota energia que la casa demanda.

6. L'energia solar fotovoltaica

6.1. Introducció i els orígens

L'energia solar d'una forma o altra és la font de gairebé tota energia a la terra. Els éssers humans, com tots els altres animals i plantes, confien en el sol per la calor i l'alimentació. Tanmateix, les persones també aprofiten l'energia del sol de moltes altres maneres diferents. Per exemple, els combustibles fòssils, s'utilitzen per al transport i la generació d'electricitat i són, bàsicament, només energia solar emmagatzemada des de fa milions d'anys.

De la mateixa manera, la biomassa converteix l'energia del sol en un combustible, que després es pot utilitzar per a la calor, el transport o l'electricitat. L'energia eòlica, utilitzada durant cent anys per proporcionar energia mecànica o per al transport, utilitza corrents d'aire que es creen mitjançant l'aire escalfat solar i la rotació de la terra. Actualment, els aerogeneradors converteixen l'energia eòlica en electricitat. Fins i tot la hidroelectricitat es deriva del sol. L'energia hidroelèctrica depèn de l'evaporació de l'aigua pel sol, i el seu posterior retorn a la Terra com a pluja per proporcionar aigua en preses.

La fotovoltaica (sovint abreujada com PV) és un mètode senzill d'aprofitar l'energia del sol. Els dispositius fotovoltaics (cel·les solars) converteixen directament la radiació solar incident en electricitat, sense soroll, contaminació amb peces mòbils, fent-les robustes, fiables i de llarga durada. Les cèl·lules solars es basen en els mateixos principis i materials que hi ha darrere les revolucions de comunicacions i ordinadors.

La fotovoltaica és el procés de convertir la llum del sol directament en electricitat mitjançant cel·les solars. Avui és una alternativa renovable, a la generació elèctrica de combustibles fòssils, però en comparació amb altres tecnologies generadores d'electricitat, és relativament nouvinguda, amb els primers dispositius fotovoltaics pràctics demostrats en els anys cinquanta.

La recerca i el desenvolupament de la fotovoltaica va rebre el seu primer gran impuls de la indústria espacial en la dècada dels seixanta, que requeria una font d'alimentació independent de la xarxa elèctrica per a aplicacions de satèl·lit. Aquestes cèl·lules solars espacials eren diverses vegades més cares que les actuals i la necessitat percebuda d'un mètode de generació elèctrica a part de la xarxa elèctrica encara estava a una desena d'anys, però les cèl·lules solars es van convertir en una interessant variació científica del ràpid desenvolupament del transistor de silici amb diversos mercats potencialment especialitzats.

La crisi del petroli en la dècada de 1970 va centrar l'atenció mundial sobre la conveniència de fonts alternatives d'energia per a ús terrestre, que al seu torn van promoure la investigació de la fotovoltaica com a mitjà de generar energia. Tot i que la crisi del petroli va ser de curta durada i

l'incentiu financer per desenvolupar cel·les solars es va reduir però les cel·les solars havien entrat com una tecnologia generadora d'energia.

La seva aplicació i avantatge a l'àrea de subministrament d'energia "remota" va ser ràpidament reconeguda i va impulsar el desenvolupament de la indústria fotovoltaica terrestre. Es van utilitzar aplicacions portables a petita escala (com ara calculadores i rellotges) i les aplicacions d'energia remota van començar a beneficiar-se de l'energia fotovoltaica.

En la dècada de 1980, la investigació sobre cèl·lules solars de silici va funcionar i les cèl·lules solars van començar a augmentar la seva eficiència. El 1985, les cel·les solars de silici aconseguiren la fita d'un 20% d'eficiència. Durant la pròxima dècada, la indústria fotovoltaica va experimentar taxes de creixement constant d'entre un 15% i un 20%, promogudes en gran part pel mercat de subministrament d'energia remot. L'any 1997 es va registrar una taxa de creixement del 38% i, avui, les cèl·lules solars es reconeixen no només com un mitjà per proporcionar energia i augmentar la qualitat de vida a aquells que no tenen accés a la xarxa, sinó que també són un mitjà per disminuir significativament l'impacte de dany ambiental causat per la generació d'electricitat convencional en països industrials avançats.

6.2. Impacte amb l'efecte hivernacle

Encara que la major part dels dispositius fotovoltaics actuals s'utilitzen per raons purament pràctiques i econòmiques, un benefici potencial de l'energia fotovoltaica és que l'energia PV és una de les més respectuoses amb el medi ambient de qualsevol font generadora d'electricitat. L'impacte ambiental de la generació elèctrica, en particular l'efecte hivernacle, afegeix un motiu important per examinar l'energia fotovoltaica. A continuació es presenta una breu visió general de l'efecte hivernacle.

La temperatura de la Terra és el resultat d'un equilibri establert entre la radiació entrant del sol i l'energia irradiada a l'espai per la Terra. La radiació sortint emesa per la Terra es veu fortament afectada per la presència i la composició de l'atmosfera de la Terra. Si no tinguéssim cap atmosfera, com a la Lluna, la temperatura mitjana a la superfície de la Terra seria d'uns -18°C . Tanmateix, un nivell de fons natural de 270 ppm de diòxid de carboni (CO_2) a l'atmosfera absorbeix la radiació sortint, mantenint així aquesta energia a l'atmosfera i escalfant la Terra. L'atmosfera fa que la temperatura de la Terra estigui a uns 15°C de mitjana, 33°C per sobre de la Lluna. El diòxid de carboni absorbeix fortament la radiació en la banda de longitud d'ona de $13\text{--}19\text{ }\mu\text{m}$ i el vapor d'aigua, un altre gas atmosfèric, absorbeix fortament en la banda de longitud d'ona de $4\text{--}7\text{ }\mu\text{m}$. La majoria de la radiació sortint (70%) s'escapa a la "finestra" entre $7\text{--}13\text{ }\mu\text{m}$.

Les activitats humanes cada vegada més alliberen "gasos antropogènics" a l'atmosfera, que absorbeixen el rang de longitud d'ona de $7\text{--}13\text{ }\mu\text{m}$, especialment diòxid de carboni, metà, ozó, òxids nitrosos i clorofluorocarburs (CFC). Aquests gasos eviten l'escapament normal de l'energia i

potencialment conduiran a un augment de la temperatura terrestre. L'evidència actual suggereix que els nivells de CO₂ "eficaços" es duplicaran al 2030, provocant un escalfament global d'1 ~ 4 ° C. Això conduiria a canvis en els patrons de vent i la pluja i, com a conseqüència, podria provocar que l'interior dels continents s'assequi i provoqui l'augment dels oceans de la Terra. Els nous augments en l'alliberament de gasos antropogènics causarien, per descomptat, efectes més greus.

Evidentment, les activitats humanes han arribat a una escala on tenen impactes sobre el medi ambient del planeta. Els efectes secundaris poden ser devastadors i les tecnologies amb un baix impacte mediambiental i les emissions de "gasos amb efecte d'hivernacle" probablement siguin de més importància durant les pròximes dècades.

Atès que el sector energètic és el principal productor de "gasos d'efecte hivernacle" a través de la combustió de combustibles fòssils, tecnologies com la fotovoltaica, poden substituir els combustibles fòssils.

6.3. Cèl·lules fotovoltaïques

L'energia solar fotovoltaica s'obté a través de la transformació directa de l'energia del sol en energia elèctrica. Aquesta energia es basa en el principi de que l'energia continguda en les partícules de llum, els fotons, pot ser convertida en electricitat. Quan els fotons entren en contacte amb la cèl·lules fotovoltaïques de la placa es crea un camp d'electricitat en aquestes, generant un camp elèctric. L'energia que s'obté dels panells fotovoltaïcs és en corrent continu essent necessari la seva transformació en corrent alterna per poder ser utilitzada en equips elèctrics.

Aquesta transformació s'anomena efecte fotovoltaic. L'efecte fotovoltaic és la conversió de la radiació solar en electricitat, mitjançant materials semiconductors que tenen la propietat d'absorbir fotons i emetre electrons. La matèria està composta per àtoms, formats per electrons i els nuclis format per neutrons i protons. Els electrons de l'últim nivell són els que interaccionen amb altres electrons d'altres àtoms per formar una xarxa cristal·lina. En el moment en que els fotons de la radiació solar incideixen sobre un material semiconductor, els enllaços entre els electrons de valència i el seu nucli es trenquen, d'aquesta manera queden lliures per circular pel semiconductor. L'espai deixat per l'electró s'anomena "forat" i disposa de càrrega elèctrica positiva de igual magnitud que l'electró però de signe contrari.

Els panells fotovoltaïcs estan formats per una petita capa de material tipus n (electró lliure) i una altra de major espessor de material tipus p (forat disponible), a la unió d'aquestes capes es forma el camp elèctric.

Existeixen diferents tipus de cèl·lules fotovoltaïques i depenent dels materials semiconductors es poden classificar en:

- Cèl·lules de arsenur de gal·li

Són les cèl·lules que tenen més rendiment poden arribar fins al 28%. El principal problema és l'elevat cost d'aquest material. Aquest rendiment tant elevat és degut al seu elevat coeficient d'absorció i les seves baixes pèrdues d'eficiència a elevades temperatures.

- Cèl·lules de sulfur de cadmi i sulfur de coure

Té un rendiment molt baix de fins un 5%, per contra s'utilitza molt poc material en un procés de fabricació senzill. Un altre gran desavantatge que té es la seva degradació en el transcurs del temps.

- Cèl·lules bifacials

Estan fabricades amb una doble unió del tipus n+-p-p+ de tal manera que la cèl·lula pot absorbir radiació per les seves dues cares, aprofitant també la que és reflectida des del sòl. El seu rendiment és elevat però els seus costos són molt elevats. Actualment no s'utilitzen.

- Cèl·lules de silici amorf

Aquestes cèl·lules són molt fines, 50 vegades més fines que les de silici monocristal·lí. Tenen un rendiment molt baix, al voltant del 10% i un alt grau de degradació al entrar en contacte amb el sol. Els seus usos actuals són en calculadores o rellotges.

- Cèl·lules de silici policristal·lí

El seu procés de fabricació és similar al del silici monocristal·lí però no necessita un rigorós control de temperatura en la seva etapa de refredament. Té un rendiment que arriba fins al 14%, i el seu cost és lleugerament més econòmic que el del monocristal·lí.

- Cèl·lules de silici monocristal·lí

La seva estructura és completament ordenada. El procés per arribar a la mono cristallització requereix de molt temps i energia és un dels principals motius per el qual tenen un elevat cost. S'obté dopant silici pur amb bor i el seu rendiment arriba fins al 18%.

6.3.1. Tipus de connexió de les cèl·lules fotovoltaïques.

A l'hora de disposar les plaques fotovoltaïques, en funció dels paràmetres d'instal·lació que hi ha es poden acoblar de dues formes diferents: en sèrie o en paral·lel.

Sèrie:

Es connecta el positiu de la placa amb el negatiu de la següent, la intensitat de la línia es mantindrà constant mentre que el voltatge serà la suma dels voltatges de les plaques.

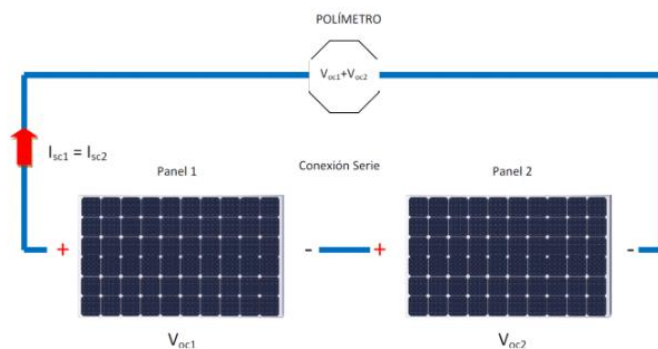


Figura 6.3.1.1 Connexió en sèrie (Font:[13])

Paral·lel:

Es connecten entre si tots els pols positius de la placa i es fa el mateix amb els negatius. A diferència del la connexió en sèrie la intensitat serà igual a la suma de les plaques mentre que el voltatge serà un valor constant.

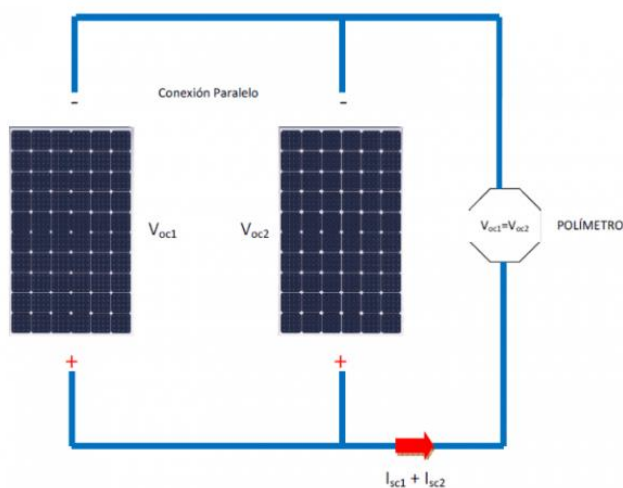


Figura 6.3.1.2 Connexió en paral·lel (Font:[13])

A la majoria d'instal·lacions fotovoltaïques es fa un mix de les connexions sèries i paral·lel per obtenir el voltatge desitjat i la potència adequada

6.4. Sistema d'emmagatzematge

El sistema d'emmagatzematge que s'instal·larà haurà de garantir l'autonomia de la vivenda durant aquells períodes de temps en que les plaques fotovoltaïques no són capaces de produir energia.

Aquest sistema haurà de disposar d'una autonomia determinada per si aquestes condicions adverses es prolonguen de manera inesperada.

Els sistemes d'emmagatzematge més utilitzats per aplicacions fotovoltaïques domèstiques són el de bateries, concretament les d'Àcid-Plom, que actualment són de les més utilitzades en el mercat per la seva relació entre el preu i la seva eficiència.

Les característiques principals d'una bateria són:

- Capacitat→Correspon a la quantitat d'energia que són capaces d'emmagatzemar
- Profunditat de descàrrega→És el percentatge màxim d'energia que es pot extreure de la bateria en unes condicions estàndard
- Vida útil→Es el nombre de cicles de vida d'una bateria, és un valor que depèn de la profunditat de descàrrega de la bateria, si les descàrregues són més profundes els cicles de vida són més petits.

6.4.1. Bateries Àcid-Plom

El funcionament de les bateries està basat en la pila electroquímica. Hi ha dos elèctrodes, un de positiu i un altre negatiu, que en connectar formant un circuit tancat, generen un corrent elèctric, és a dir, els electrons flueixen de manera espontània d'un elèctrode a un altre. Les bateries estan formades per diversos parells d'elèctrodes que se situen en compartiments independents anomenats cel·les. En les cel·les els elèctrodes estan submergits en una dissolució que rep el nom d'electròlit.

A les bateries de plom àcid, l'elèctrode positiu es compon d'una placa de plom recoberta per òxid de plom (II), PbO_2 , i l'elèctrode negatiu per plom esponjós. Reben el nom de bateries de plom "àcid" perquè utilitzen com a electròlit una dissolució d'àcid sulfúric.

Si col·loquem les cel·les en sèrie, alternant positiu i negatiu, podem sumar les tensions de cadascuna d'elles, i finalment obtenir un voltatge més alt (6 V, 12 V, 24 V, ...). Si per contra, col·loquem les cel·les en paral·lel, positius al costat de positius, i negatius al costat de negatius, aconseguirem augmentar la intensitat de la bateria.

Quan la bateria està completament descarregada, diem que els elèctrodes "s'han descompost", han canviat la seva naturalesa. Per tornar a l'estat inicial, proporcionem energia elèctrica a la bateria, la carreguem, fent que el corrent circuli en el sentit contrari a l'habitual, "recomponent" aquests elèctrodes. Així, un cop tornat a l'estat inicial, la bateria pot seguir proporcionant electricitat gràcies a aquest moviment espontani dels electrons.

Les bateries de plom àcid són molt utilitzades en instal·lacions fotovoltaïques per emmagatzemar energia en instal·lacions que requereixen de bateries, com les instal·lacions solars aïllades.

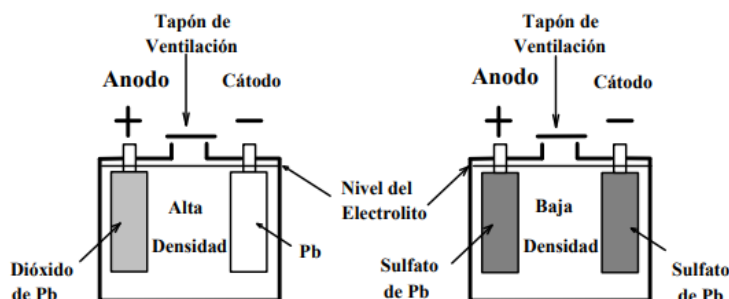


Figura 6.4.1. Esquema de funcionament de una batería Àcid-Plom (Font: [14])

6.5. Regulador

En tota instal·lació fotovoltaica aïllada hi ha dos tipus de reguladors de càrrega solars: els reguladors PWM i els reguladors MPPT. Tots dos s'encarreguen del mateix, controlar el flux d'energia entre el camp fotovoltaic i les bateries, però difereixen en la tensió de funcionament i per tant en les aplicacions en les que han de ser usats.

Un regulador PWM (Modulació per amplada de polsos) només disposa al seu interior d'un díode(interruptor), per tant els panells solars funcionen a la mateixa tensió que les bateries solars. L'energia a un costat i a l'altre del regulador és la mateixa, amb els valors de tensió i corrent iguals també.

Això fa que els mòduls no treballin en el seu punt de màxima potència, sinó en el que imposa la bateria segons el seu estat de càrrega, produint una pèrdua de potència, que pot arribar fins al 25-30%.

El regulador PWM és capaç d'omplir del tot la bateria gràcies al fet que introdueix la càrrega de manera gradual, a polsos de tensió, en la fase de flotació, i en la fase d'ompliment de la bateria. Així, el corrent es va introduint a poc a poc fins que la bateria s'omple de manera òptima i estable.

Un regulador MPPT o maximitzador solar disposa, a més del díode de protecció, d'un convertidor de tensió CC-CC i d'un seguidor del punt de màxima potència. Això li permet dues coses:

El convertidor de tensió CC-CC (tensió més elevada en el camp fotovoltaic i tensió més baixa a les bateries) permet treballar a tensions diferents en el camp fotovoltaic i en les bateries.

El seguidor del punt de màxima potència (MPPT per les sigles en anglès) adapta la tensió de funcionament en el camp fotovoltaic a la que proporcioni la màxima potència.

Per tant, en un regulador MPPT l'energia que entra i surt del regulador és la mateixa, igual que en els reguladors PWM, però la tensió i el corrent són diferents a un costat i a un altre. Amb això s'aconsegueix augmentar la tensió del panell solar i augmentar la producció solar en fins a un 30% respecte als reguladors solars PWM, encara que també són més cars els reguladors solars MPPT.

El poder treballar a tensions més elevades en el camp fotovoltaic, redueix les pèrdues energètiques ocasionades amb baixes tensions (com les pèrdues són proporcionals al corrent, a menor corrent, menors pèrdues), fent que els reguladors MPPT siguin especialment indicats per a potències fotovoltaïques elevades, on es busqui generar el màxim d'energia.

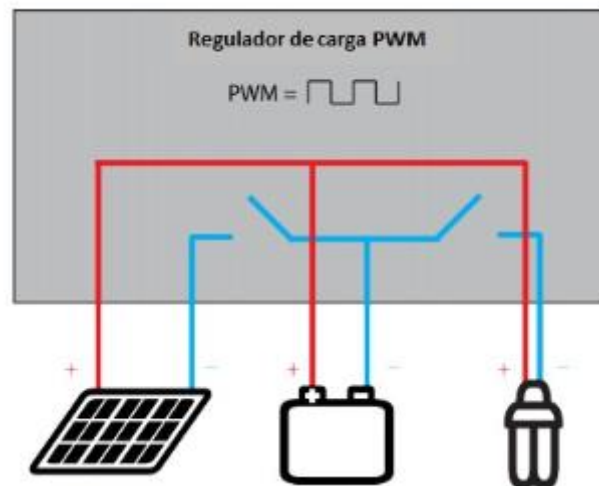


Figura 6.5.2. Esquema de funcionament de regulador PWM(Font: [19])

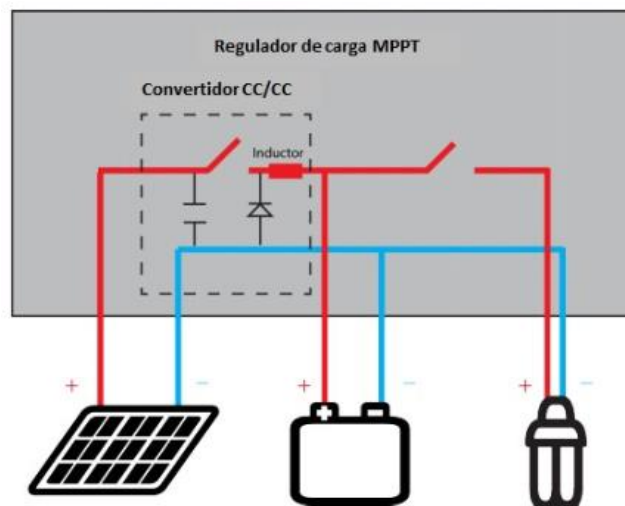


Figura 6.5.2. Esquema de funcionament de regulador MPPT(Font: [19])

6.6. Inversor

Els inversors solars fotovoltaics són equips que s'encarreguen de transformar l'energia produïda en una instal·lació fotovoltaica, que es transmet en forma de corrent continu, en corrent altern perquè els electrodomèstics i altres unitats elèctriques puguin funcionar en els seus valors normalitzats.

6.7. Estudi d'instal·lació de les plaques fotovoltaïques i el sistema d'emmagatzematge.

6.7.1. Demanda energètica de la vivenda.

L'estudi de la demanda de la casa s'estudiarà en funció d'una dia tipus del mes de desembre ja que es el més en què les necessitats energètiques són més elevades (posteriorment es demostraran els perquès)

El primer que s'ha de fer és una càlcul de les necessitats elèctriques de la casa. Per tant, la demanda energètica requerida. Aquesta es basarà en dos importants blocs:

- Energia elèctrica per la bomba de calor (aquest valor es justificarà posteriorment en els propers apartats)

Aquest valor es prendrà del mes de desembre, ja que és el més en que el consum és més elevat, l'estudi s'ha realitzat per un dia tipus de cada mes, pel que el consum diari del mes de desembre serà:

$$406 \text{ kWh} [\text{Aquest valor es justificarà en l'apartat de la bomba de calor (mes gener)}] \\ / 31 \text{ dies} = 13.09 \text{ kWh/dia}$$

El camp fotovoltaic per la part de la bomba de calor es dimensionarà per 13.09 kWh/dia.

- Energia elèctrica domèstica per la casa (lluminàries, electrodomèstics...)

Aquests consums s'estimaran de manera aproximada ja que és difícil preveure quins seran els consums d'una casa, no sempre són els mateixos. De totes maneres aquesta estimació es realitzarà també per un dia tipus del mes de desembre ja que coincideix que es el més amb menys llum solar i on per tant el consum serà més elevat.

Pel que fa a les lluminàries, depenent del la tipologia de la estància, es necessita un flux de llum determinat, per tant s'estima que:

Estància	Necessitats lumíniques (lumen/m²)
Menjador / Sala d'estar	150
Dormitori / Vestidor	150
Cuina /Safareig	250
Bany /Lavabo	150
Passadís / Rebedor	100

Taula 6.7.1.1 Necessitats lumíniques de la casa (Font: elaboració pròpia).

Els models que es seleccionen per a les llums seran tipus LED:

- Bombeta LED E.27 4.5W Philips (470 lúmen)
- Bombeta LED E.27 40W Bonlux (3800 lúmen)
- Bombeta LED E.27 8W Philips (806 lúmen)

Descripció	Superfície [m²]	Il·luminància [lumen/m²]	Flux Il·luminós [lúmen]	Philips 4.5W	Philips 8W	Bonlux 40W
Bany 1	4.29	150	643.5	2		
Bany 2	4.25	150	637.5	2		
Cuina	17.88	250	4470		1	1
Distribuïdor	5.58	100	558	2		
Escala	5.48	100	548		1	
Sala d'estar Menjador	26.3	150	3945			1
Habitació 1	16.53	150	2479.5	1	3	
Habitació 2	10.47	150	1570.5		2	
Habitació 3	9.66	150	1449		2	
Habitació 4	7.51	150	1126.5	1	1	
Rebedor	6.33	100	633		1	
Safareig	2.29	250	572.5		1	
Estudi	21.65	150	3247.5	1	4	

Taula 6.7.1.2 Càlcul de les lluminàries de la llar (Font: elaboració pròpia).

Pel que fa als electrodomèstics s'ha fet la següent estimació (electrodomèstics classe A+++):

Electrodomèstic	Potència (W)	Temps d'ús	Energia (kWh)
Nevera+Congelador	71	18h	1.28
Rentadora	385	1,5 h	0.58
Microones	1200	15 min	0.3
Televisors	100	3h	0.3
Ordinadors	70	1h	0.07
Assecadora	400	1.5h	0.6
Vitroceràmica)	1500	1.5h	0.9
Assecador cabell	2500	10min	0.25

Taula 6.7.1.3 Consums d'electrodomèstics (Font: elaboració pròpia)

D'aquesta manera a la següent taula trobem la demanda pel que fa a les lluminàries i els electrodomèstics

	Potència (W)	Temps(h)	Elements	Energia (kWh)
Philips 4.5W	4.5	5	9	0.2
Philips 8W	8	5	16	0.64
Bonlux 40W	40	5	2	0.4
Nevera+Congelador	71	18	1	1.28
Rentadora	385	2,5 h	1	0.58
Microones	1200	15 min	1	0.3
Televisors	100	3	5	1.50
Ordinadors	70	1	2	0.14
Assecadora	400	1.5h	1	0.6
Vitroceràmica	600	1.5	1	0.9
Assecador cabell	1500	10min	1	0.25
Altres (12% de tots els anteriors)*				0.82
Total				7.57

Taula 6.7.1.4 Suma de tots els consums (Font: elaboració pròpia).

*Es considera sobredimensionar un 12% més del total de la instal·lació per l'ús de petits aparells poc usats i també degut a que els càlculs han sigut estimacions.

Per tant si es suma aquesta quantitat amb l'energia elèctrica que necessita la bomba de calor, el total d'energia que es necessita per un dia tipus del mes de desembre és 20.66 kWh al dia.

6.7.2. Demanda energètica de la vivenda considerant les pèrdues.

Un cop calculades la demanda que les càrregues necessiten, s'ha de considera quina serà l'energia elèctrica real que hauran de produir les plaques. Aquest valor diferirà dels 20.66kWh diaris d'un dia tipus del mes de desembre ja que s'ha de considerar tot tipus de pèrdues que s'estudiaran a continuació.

Cal definir primer de tot una tensió de treball, al tractar-se d'una vivenda gran on les potències son elevades es marcarà un voltatge de treball alt de 120V.

Les primeres pèrdues a tenir en compte són les relacionades amb el connexionat i cablejat. S'estima que per la dimensió de la casa les pèrdues del cablejat seran aproximadament del 8%:

$$C_{TC}(A \cdot h) = (E_T (kWh) / V(V)) / (1 - 0,08) = (20660/120) / (1 - 0,08) = 187,14 A \cdot h \text{ dia}$$

On:

- C_{TC} → Consum total ($A \cdot h$), considerant pèrdues de cablejat
- E_T → Energia demandada per la llar (kWh)

La instal·lació solar estudiada està equipada amb un sistema d'emmagatzematge per poder ser autònoma durant tot el dia i també d'una sistema de regulació e inversió de la energia. Aquests sistemes també se'ls hi considerarà que tindran pèrdues:

$$P_T = (1 - (P_B + P_I + P_R + P_E)) * [1 - (P_{DES} * D_{AUT} / Prof_{DES})]$$

On:

- P_T → Rendiment total sistema (%) (excloses pèrdues de connexionat i cablejat)
- P_B → Pèrdues de la bateria (%) (Rendiment global bateria d'un 97%)
- P_I → Pèrdues del inversor (%) (Rendiments inversor 90%)
- P_R → Pèrdues regulador (%) (Rendiment regulador 90%)
- P_E → Altres tipus de pèrdues (%) (S'estimen petites pèrdues d'un 5%)
- P_{DES} → Pèrdues descarrega bateria (%) (Rendiment de descarrega de 98%)
- D_{AUT} → Dies d'autonomia del sistema (S'estima un màxim de 3 dies de condicions meteorològiques molt desfavorables)
- $Prof_{DES}$ → Profunditat de descàrrega de la bateria (%) (Per les bateries Àcid Plom es recomanen descàrregues d'un 40%)

Així doncs:

$$P_T = (1 - (0,03 + 0,1 + 0,1 + 0,05)) * [1 - 0,02 * 3/0,4] = 0,612$$

Per tant finalment el consum total de la vivenda serà igual al consum total considerant les pèrdues per cablejat entre el factor de pèrdues:

$$C_T = C_{TC}/P_T = 185,94/0,612 = 303.82 A \cdot h \text{ dia}$$

On:

- $C_T \rightarrow$ Es el consum total considerant totes les pèrdues.

6.7.3. Inclinació dels panells fotovoltaics

Les dades de radiació solar han sigut extretes de la web PVGIS[4], aplicació utilitzada durant cursos anteriors per el càlcul d'instal·lacions fotovoltaïques. Es recomana que les plaques s'inclinin amb una inclinació semblant a la latitud del lloc on es troba la vivenda (41,95º) ara bé en funció de si l'ús de les plaques es concentra més a l'estiu o a l'hivern aquesta inclinació pot variar. Si es tracta del hivern es considera una suma d'uns 10 graus mentre que per l'estiu se l'hi resten 10º. En principi com l'instal·lació es farà servir tant estiu com hivern es mantindran aquests 41,95º com a vàlids, de fet finalment s'acabaran instal·len a 40º graus ja que les estructures comercials per les plaques fotovoltaïques ofereixen inclinacions de 30º-40º-50º.

Les plaques seran instal·lades al sud geogràfic i també s'evitaran edificis i arbres que puguin ocasionar grans ombres pel que a l'estudi no es tindran en compte possibles pèrdues respecte això.

6.7.4. Camp de captació

Un cop definits tots els factors anteriors cal calcular la necessitat real de plaques fotovoltaïques i la seva disposició.

La radiació horitzontal (MJ/m²·dia) incident durant l'any en un dia tipus de cada mes segons l'Atles de Radiació a Espanya de la AEMET[4] es:

Rad. H	Tot	Gen.	Feb.	Març	Abril	Maig	Juny	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
(MJ/m²·dia)	16.41	7,8	11,3	15,6	20,5	23,3	25,6	26,4	22	17,2	12	8,3	6,9

Taula 6.7.4.1 Radiació horitzontal a 40º d'inclinació a Cerdanyola del Vallès (Font elaboració pròpia)

El panell fotovoltaic escollit per l' instal·lació e el Panell Solar Panasonic N325 (VBHN3305J47) de 330 Wp de potència màxima:

Electrical data (at STC)		
	VBHN3305J47	VBHN3255J47
Max. power (Pmax) [W]	330	325
Max. power voltage (Vmp) [V]	58.0	57,6
Max. power current (Imp) [A]	5.70	5,65
Open circuit voltage (Voc) [V]	69.7	69,6
Short circuit current (Isc) [A]	6.07	6,03
Max. over current rating [A]	15	15
Power tolerance [%] *	+10/-0	+10/-0
Max. system voltage [V]	1000	1000
Solar panel efficiency [%]	19.7	19,4

Note: Standard Test Conditions: Air mass 1.5; Irradiance = 1000W/m²; cell temp. 25°C
 * Maximum power at delivery.

Figura 6.7.4.1. Característiques de la placa(Font: [20])

Amb totes aquestes dades i els valor calculats anteriorment es pot calcular l'energia que genera el panell fotovoltaic:

$$E_{panell} = \eta_{panell} * Imp * Hores solars pic a 40^{\circ}(HSP)$$

On:

- Rendiment panell D'un 95% representa un factor global de pèrdues ja siguin per brutícies el mòdul fotovoltaic, pèrdues per reflexió...
- Hores solars pic a 40° (HSP) → valor extret de PVGIS es un valor que expressa el nombre d'hores equivalents a 1000W/m²
- Imp→Intensitat màxima de potència

Month	H_h	H_{app}	$H(40)$
Jan	2160	4000	4060
Feb	3100	4910	4960
Mar	4660	6070	6090
Apr	5430	5940	5910
May	6610	6380	6310
Jun	7370	6700	6600
Jul	7320	6840	6750
Aug	6260	6520	6470
Sep	4770	5810	5810
Oct	3500	5040	5080
Nov	2340	4090	4140
Dec	1890	3720	3790
Year	4630	5510	5500

Figura 6.7.4.2. Hores pic a 40° equivalents 1000W/m²(Font: [4])

Mes	HSP (40º)	Energia panell (A·h/dia)
Gener	4,06	21,98
Febrer	4,96	26,85
Març	6,09	32,97
Abril	5,91	32,00
Maig	6,31	34,17
Juny	6,60	35,74
Juliol	6,75	36,55
Agost	6,47	35,03
Setembre	5,81	31,46
Octubre	5,08	27,51
Novembre	4,14	22,41
Desembre	3,79	20,52

Taula 6.7.4.2 Radiació horitzontal a Cerdanyola del Vallès (Font: elaboració pròpia).

Nombre de panells en paral·lel:

Els panells que es disposaran en paral·lel seran igual a la divisió del consum d'energia final per l'energia produïda pel panell en un dia tipus de cada mes:

$$N_{pp} = C_T / E_{panell}$$

El nombre de panells en paral·lel per els diferents mesos serà de:

Mes	Npp	Mes	Npp
Gener	13,82	Juliol	8,31
Febrer	11,31	Agost	8,67
Març	9,21	Setembre	9,65
Abril	9,49	Octubre	11,04
Maig	8,89	Novembre	13,55
Juny	8,5	Desembre	14,80

Taula 6.7.4.3 Nombre de panells en paral·lel per els diferents mesos (Font: elaboració pròpia).

Un cop calculats els diferents mesos, s'observa que el mes de desembre es el més restrictiu. Per tant si es volen satisfer les necessitats durant tot l'any, s'hauran d'instal·lar 15 plaques en paral·lel.

El nombre de panells que s'hauria de disposar en sèrie serà igual al quocient del voltatge nominal de la instal·lació (120V) entre la tensió màxima de potencia del panell (Vmp), si es fa aquest quocient s'obté un valor de 2,06 panells en sèrie.

Així doncs el camp solar estarà format per 30 plaques Panasonic N235 disposades en dos bateries de plaques en sèrie amb quinze plaques en paral·lel en cadascuna.

6.7.5. Camp d'emmagatzematge.

Un dels factors claus a l'hora de parlar de independència energètica es el sistema d'emmagatzematge, ja que es clau per garantir la demanda energètica de la casa en aquells períodes on no hi ha sol, ja sigui durant les nits o aquells dies en que les condicions meteorològiques són adverses.

Com s'ha comentat anteriorment es treballarà amb bateries d'Àcid-Plom ,aquestes bateries en funció de la seva profunditat de descàrrega tindran els cicles de vida més llargs o més curts, per altre banda un factor clau a l'hora de dimensionar el camp de bateries és l'autonomia del sistema. Anteriorment s'ha fixat aquest valor en 3 dies, ja que és considera que a la zona on està ubicada la llar les condicions meteorològiques adverses difícilment arribin a més de 3 dies.

Així doncs amb aquests valor clars, la energia que hauran d'emmagatzemar les bateries serà igual al producte del consum total d'energia d'una dia considerant tot tipus de pèrdues per els dies d'autonomia de la llar i tot aquest valor s'haurà de dividir per la seva profunditat de descàrrega:

$$E_{emm} = C_T * D_{AUT} / Prof_{DES} = 303,82 * 3 / 0.4 = 2278,65 A \cdot h$$

Així doncs el sistema emmagatzemarà 2278,65 A·h en els seus 3 dies d'autonomia.

La bateria seleccionada és la SCL POPzS 625 de 906 A·h (C 100).Les bateries SCL POPzS són bateries estacionàries amb alta eficiència en la utilització de l'energia elèctrica emmagatzemada. La carcassa de polipropilè li confereix a la bateria SCL una resistència mecànica enfront de cops i enfront dels condicionants ambientals.



Figura 6.7.5.1. Bateria SCL POPzS 265 (Font:[6])

Les seves especificacions son les següents:

- Voltatge: 12V
- Nombre d'elements de 2 volts: 6
- Dimensions: 198 mm de longitud x 119 mm d'ample x 720 mm d'altura
- Pes: 43,2 kg per element de 2V
- Capacitat: 906 Ah a C100
- Terminals: Goma i greix

Pel que fa el seu cicle de vida s'observa que el següent gràfic que per un 40% de descàrrega els cicles de vida són aproximadament de 2600.

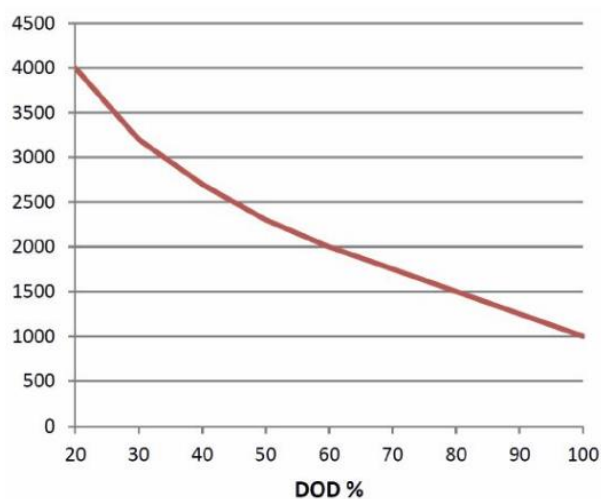


Figura 6.7.5.2. Gràfic cicles de vida (Font:[6])

Així doncs si el camp de bateries requereix de 2278,65 A·h, i cada bateria ens ofereix 906A·h ens seran necessàries 3 bateries en paral·lel.

Per altre banda en principi no farà falta connectar-ne cap en sèrie ja que encara que el voltatge de la instal·lació es de 120V i les bateries treballen a 12V, el regulador serà l'encarregat de reduir aquest voltatge per que les bateries puguin treballar a 12V.

6.7.6. Regulador

Com s'acaba de comentar anteriorment el regulador és l'encarregat de controlar i regular els processos de descàrrega de les bateries. S'ha seleccionat el model SmartSolar MPPT 75/15 [7]

- Voltatge de Treball del Regulador: Compatible amb instal·lacions a 12V i 24V
- Ampers Màxims de Càrrega del Regulador: 20A
- Consum en Buit del Regulador: Menys de 1W

El regulador en principi no suportarà intensitats superior a 20A i la nostre instal·lació fotovoltaica té 15 files en paral·lel de 2 panells en sèrie cadascuna pel que si la I_{mp} del panell es de 5,65A, la intensitat màxima que hi circularà serà de 84,75 A, pel que seran necessaris 5 reguladors, i cadascun controlarà 6 panells.

6.7.7. Inversor

L'últim element necessari serà l'inversor, encarregat de transformar l'energia contínua de les plaques i les bateries en energia alterna compatible per la llar.

L'inversor seleccionat es el Multiplus Ecosolar, ideal per instal·lacions solar de poca grandària però potències inferiors a 5kW.

7. L'energia solar tèrmica

7.1. Introducció

El sol és la principal font d'energia del sistema solar. L'energia que ens arriba a la terra procedent del sol ho fa en forma de radiació electromagnètica.

La potència d'energia solar que es rep en un instant determinat per cada metre quadrat de superfície s'anomena Irradiància i s'expressa en W / m^2 . En les capes més altes de l'atmosfera de la terra arriben uns $1353 W / m^2$.

La radiació solar en travessar l'atmosfera terrestre perd part de la seva intensitat en ser absorbida, dispersada o reflectida pels gasos, núvols i partícules que la formen. D'aquesta manera, i des d'un punt de vista pràctic podem suposar que a la superfície de la terra ens arriben uns $1000 W / m^2$.

Si a això li restem les perdudes i ineficiències dels captadors solars arribarem a un valor d'uns $700 W / m^2$, que és el valor mitjà de potència màxima que podem extreure per metre quadrat en una instal·lació solar. (Aquest valor és utilitzat pel RITE i el CTE per valorar la mida de les instal·lacions).

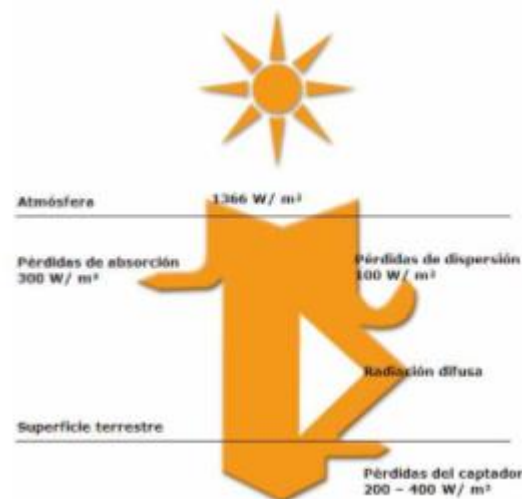


Figura 7.1.1 Pèrdues de irradiància solar (Font:[9])

A les regions desèrtiques, a prop dels tròpics, l'energia total rebuda durant un any és d'uns 2300 kWh / m². A la península ibèrica tenim des dels 1100 kWh / m² a les comunitats més al nord als 2000 kWh / m² dels llocs més al sud.

Si comparem l'energia solar amb una energia convencional com és el petroli, podríem assegurar que l'energia rebuda durant un any per cada metre quadrat de superfície terrestre equival a entre 100 i 230 litres d'aquest combustible.

7.2. Tipus de radiació

Com hem indicat anteriorment la radiació solar quan entra en l'atmosfera de la terra en part és absorbida, en part reflectida cap a l'espai exterior i una altra part és simplement desviada.

Per descomptat la part més important arriba de forma directa i sense xocar amb cap obstacle a la superfície terrestre, és l'anomenada Radiació Directa que és la part predominant de la radiació útil, sobretot en els dies clars.

La radiació desviada pels gasos, vapors i partícules de l'atmosfera, finalment després de molts canvis de direcció pot arribar a la superfície terrestre, és el que anomenem Radiació Difusa, aquesta radiació que ens arriba des de qualsevol direcció pot sortejar els núvols i és la responsable de la il·luminació que ens permet veure fins i tot en els dies en què el cel està encapotat i per tant el sol està tapat. És una radiació de menor intensitat que la directa, però tot i així pot ser aprofitada pels panells solars per produir energia fins i tot en els dies ennuvolats de l'hivern.

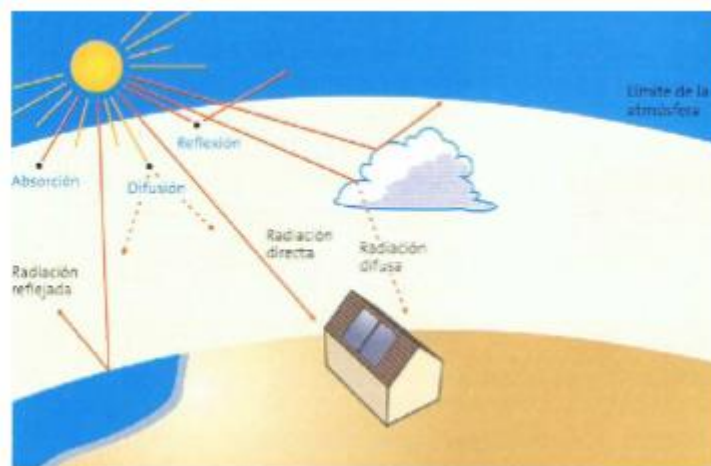


Figura 7.2.1 Radiació directa, difusa i reflectada (Font: [9])

És obvi que la intensitat de la radiació solar sobre la superfície terrestre depèn, entre altres coses, de les condicions meteorològiques, més en concret de la quantitat de nuvolositat al cel. En la següent gràfica podem observar com sembla lògic que els dies més clars la intensitat de la radiació solar que rebem arriba a les seves cotes més altes, i que en aquestes condicions és la radiació directa la part més important d'aquesta potència. Segons les condicions de nuvolositat empitjoren, la potència total rebuda per metre quadrat es redueix, i es fa més important la part corresponent a la radiació difusa.

En dies d'hivern molt encapotats, fins i tot amb pluges o nevades, l'única radiació rebuda és la difusa, i amb unes potències que amb prou feines freguen els $100 \text{ W} / \text{m}^2$. Tot i que aquesta potència sembli ridícula enfront dels $1.000 \text{ W} / \text{m}^2$ que podem obtenir en dies clars de l'estiu, no ha de ser mai depreciada. Una instal·lació ha de ser dissenyada i executada per funcionar tots els dies de l'any, és més podem assegurar que la diferència entre una bona instal·lació i una dolenta, és que la primera funcionarà correctament tot l'any, mentre que la segona només ho farà a l'estiu. Aconseguir que una instal·lació funcioni a l'estiu no té cap mèrit, el complicat és que funcioni també a l'hivern.

Situación meteorológica	Radiación solar	Porcentaje de radiación difusa
	800 - 1000 W / m^2	aprox. 10 %
	600 - 900 W / m^2	hasta un 50%
	100 - 300 W / m^2	aprox. 100 %
	aprox. 50 W / m^2	aprox. 100 %
Promedio:	700 W / m^2	50 - 70 %

Figura 7.2.2 Radiació en funció de les condicions meteorològiques (Font:[9])

Una altra part important a tenir en compte és la radiació que es reflecteix, ja que aquesta pot augmentar de manera important la radiació total rebuda pel captador. Aquesta aportació de Radiació Reflectida és important quan davant del col·lector es troba una superfície reflectant com és l'aigua (un llac, pantà, ...) o la pròpia coberta de l'edifici si és de color clar.

7.3. Posició del sol i angles del captador

El primer objectiu és la ubicació del col·lector, la direcció en què està orientat i la inclinació del mateix.

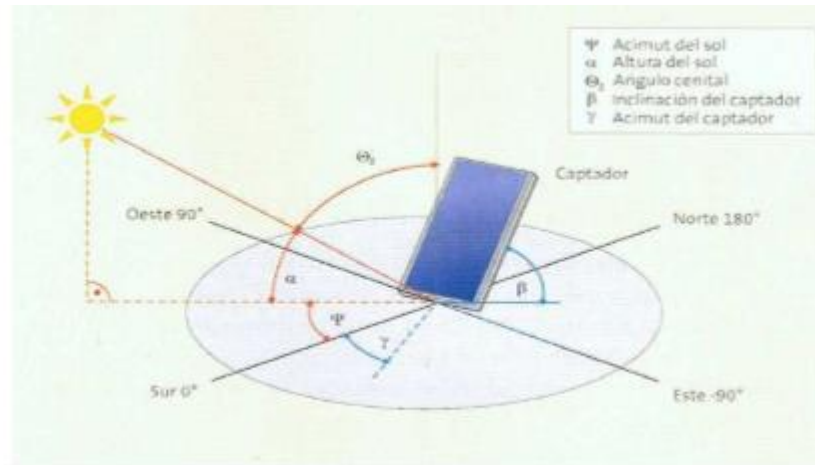


Figura 7.3.1 Orientació (Font: (Font:[8]))

Per poder resoldre aquestes qüestions hem de primer conèixer la posició del sol al llarg de tot l'any. El sol no està mai en el mateix lloc, canvia de posició al llarg del dia i dels mesos de l'any. Durant els equinoccis (20 de març i 22 de setembre) el sol surt exactament per l'Est i es posa per l'Oest, en aquests dos dies de l'any la durada del dia és exactament igual a la nit. A l'hivern el sol comença a sortir pel Sud-est i es pon per l'oest, a més cada dia arriba menys altura a l'horitzó. El 20 de Desembre és el solstici d'hivern, el dia més curt de l'any, on el sol pren menys alçada de tot l'any. Passada la primavera, després de l'equinocci de Març, segons avancem a l'estiu el sol comença a sortir pel nord-est i posar-se pel Nord-oest, i cada dia pren més alçada. Així fins arribar al solstici d'estiu, el 21 de Juny, el dia més llarg de l'any.

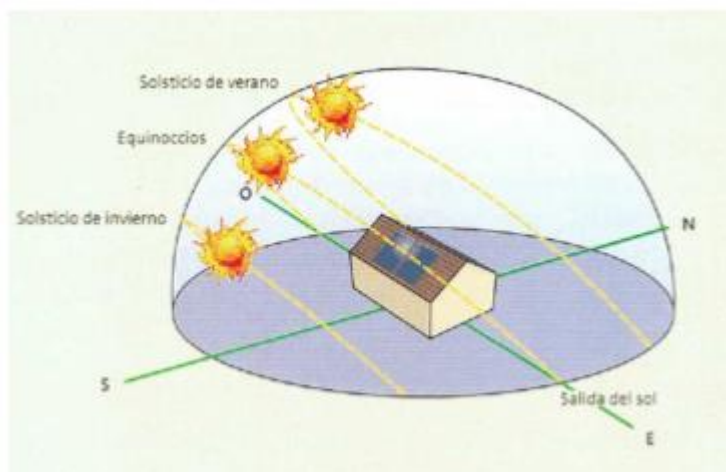


Figura 7.3.2 Posició del Sola (Font:[8])

La millor orientació del captador solar serà al sud, ja que tots els dies de l'any, en el migdia solar, el sol està justament en aquesta posició. En aquest moment del dia el sol està més perpendicular a la superfície terrestre que la resta del temps, de manera que la radiació solar ha de travessar menys atmosfera i per tant arriba amb més intensitat.

En cas de no poder orientar el captador cap al sud, per evitar ombres o per buscar la millor integració arquitectònica haurem de desorientar el captador principalment cap a l'oest, ja que d'aquesta manera aprofitarem el sol de la tarda que normalment està més clar que el del matí. La boira sol aparèixer al matí i desapareix al llarg del dia. A més normalment la temperatura ambiental a les tardes sol ser més alta. Per tot això l'orientació oest ens donarà un major aportació energètica.

Un cop decidida l'orientació el següent que ens hem de plantejar en una instal·lació és quina és la inclinació que li hem de donar al captador. És obvi que com més perpendicular sigui la superfície del captador a la radiació incident, major serà la radiació que pugui aprofitar. Si a això hi afegim el que ja sabem sobre la posició del sol a llarg de l'any, ens adonem que inclinacions grans del captador són més favorables a la radiació solar de l'hivern que l'estiu. Les inclinacions baixes són més favorables per a l'estiu.

Si observem un gràfic amb les radiacions mitjanes mesurades rebudes en superfícies a diferents angles d'inclinació, podrem observar com les superfícies de menys inclinació reben molta més radiació a l'estiu que a l'hivern. Amb inclinacions majors aquest desequilibri entre hivern i estiu s'atenua.

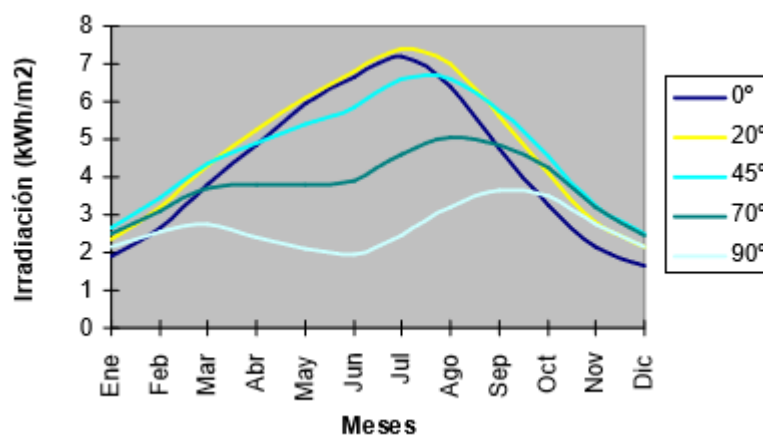


Figura 7.3.3 Irradiació en funció de l' inclinació (Font:[9])

En aplicacions on la demanda principal d'energia sigui a l'estiu (càmping, piscines, ...) es buscaran inclinacions baixes (entre 15° i 25°). En aplicacions on el consum més important sigui durant l'hivern (instal·lacions per a calefacció) es buscaran inclinacions altes (entre 45° i 60°). Quan l'aplicació tingui una demanda constant durant tot l'any (instal·lacions per a només ACS) buscarem una inclinació intermèdia. Per a que el captador estigui perpendicular a la radiació incident durant els equinoccis la inclinació d'aquest es correspondrà amb la latitud geogràfica del lloc.

No obstant això tal com s'ha vist en el gràfic, les perdudes amb desorientacions de 40° cap a l'est o l'oest i amb inclinacions d'entre 45° i 60° suposen només una reducció del 10% de l'energia rebuda en la millor situació.

Segons el CTE HE-4.2.1.11[4]:

“Es considera com l'orientació òptima el sud i la inclinació òptima, depenent del període d'utilització, un dels valors següents:

- a) demanda constant anual: la latitud geogràfica;*
- b) demanda preferent a l'hivern: la latitud geogràfica + 10°;*
- c) demanda preferent a l'estiu: la latitud geogràfica - 10°.”*

7.4. Ombres

S'ha d'evitar que qualsevol ombra afecti els col·lectors solars ja que això reduiria la quantitat d'energia rebuda. Els equips solars resulten inoperants si més del 20% de la seva superfície útil està

en ombra. En el dia més desfavorable del període d'utilització de l'equip solar només el 5% com a màxim de la superfície útil de captadors ha d'estar en ombra. El problema de les ombres sobre els col·lectors es pot separar en dos. Les ombres que provenen d'objectes (arbres, edificis, ...) que estan davant i l'ombregat entre col·lectors d'una mateixa instal·lació. Abordarem les dues qüestions de manera diferent.

Les pèrdues de radiació solar a causa de les ombres projectades per objectes circumdants al captador, varien al llarg del dia, depenent de la latitud del lloc i de l'època de l'any. Per avaluar aquestes pèrdues utilitzem diagrames de la trajectòria del sol.

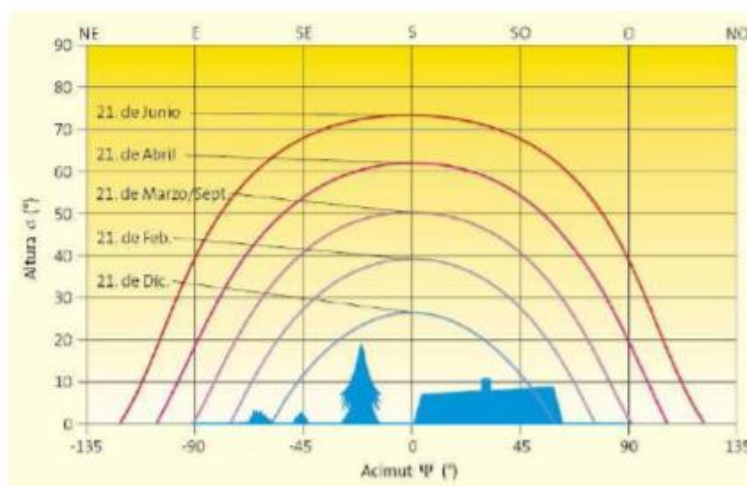


Figura 7.4.1 Ombres en funció del mes de l'any (Font:[9])

La manera de procedir és la següent:

- Obtenir el perfil d'obstacles des del punt de vista de la base del col·lector. Fent un escombrat d'est a oest calculant la altura angular dels diversos objectes. Per a això utilitzarem un teodolit.
- Representar el perfil en un diagrama de trajectòries solars tabulat. Tal com ens indica el CTE HE4. Cada quadrant tapat pel perfil d'obstacles equival a una reducció a la contribució de la Irradiància solar anual sobre el panell.

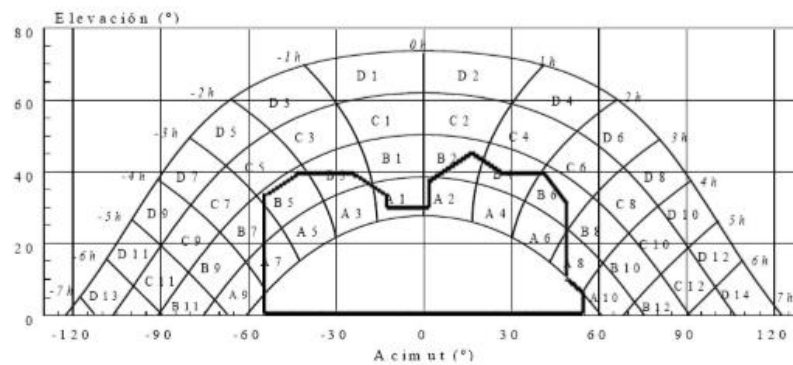


Figura 7.4.2 Diagrama de (Font:[9])

Quan instal·lem diverses files de col·lectors sobre una superfície plana, haurem d'evitar que les files es puguin donar ombra les unes a les altres en algun moment de l'any.

La separació entre files de col·lectors s'estableix de manera que el dia més desfavorable de l'any (altura solar mínima, solstici d'hivern) l'aresta superior d'una fila es projecti, com a molt, sobre l'aresta inferior de la fila següent.

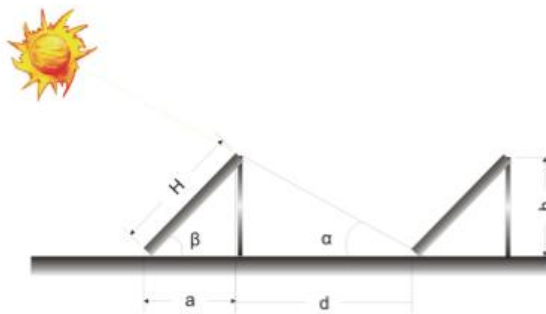


Figura 7.4.3 Separació entre plaques (Font:[8])

Per a un camp de captadors d'altura a i distància b entre files, veiem que:

$$d = h / \tan \alpha$$

El migdia del solstici d'hivern:

$$\alpha = 90^\circ - \text{latitud} - 23,5^\circ$$

Segons el CTE HE- 4.2.1. 8:

“L'orientació i inclinació del sistema generador i les possibles ombres sobre el mateix seran tals que les pèrdues siguin inferiors als límits de la taula:

<i>Cas</i>	<i>Orientació i inclinació</i>	<i>Ombres</i>	<i>Total</i>
<i>General(%)</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
<i>Superposició(%)</i>	<i>20</i>	<i>15</i>	<i>30</i>
<i>Integració arquitectònica(%)</i>	<i>40</i>	<i>20</i>	<i>50”</i>

7.5. Captador solar tèrmic

7.5.1. Captador solar pla

El captador solar és el generador de la instal·lació. En el seu interior s'escalfa el fluid del circuit primari gràcies a la radiació solar incident. El fluid caloportador s'encarregarà de transmetre aquesta calor a la resta de la instal·lació. Normalment aquesta s'emmagatzema en un dipòsit acumulador. És important aturar-nos en el fet que la calor es genera a l'interior del captador solar i no, tot i la creença de molts, que el pren de l'ambient que l'envolta. Un captador solar no necessita d'altres temperatures ambientals per funcionar, el que necessita és llum solar. Això justifica perquè els captadors funcionen fins i tot a l'hivern, sempre que el dia sigui prou assolellat, tot i que les temperatures exteriors siguin molt baixes.

En aquest apartat intentarem descriure totes les parts que componen un captador solar.

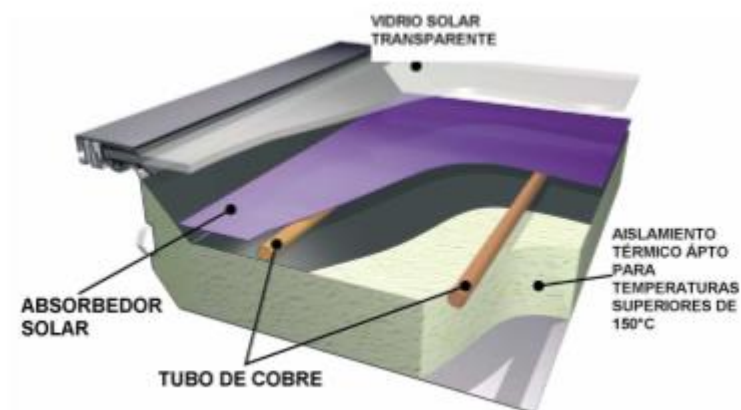


Figura 7.5.1.1 Parts col·lector solar pla (Font:[8])

Coberta transparent del captador

Aquesta coberta ha de complir diverses funcions:

- Ha de permetre passar el màxim de radiació solar, perquè aquesta arribi al absorbidor que és on es transformarà en calor (alta transmissió). Ha de reflectir el menys possible aquesta radiació (baixa reflectància) i per descomptat ha d'absorbir en el seu interior també el mínim imprescindible (baixa absorptància).
- Cobrir i protegir tots els elements interns del col·lector (absorbidor i aïllament), perquè no els afectin les condicions climàtiques exteriors (aire, aigua, neu, fred, pols).
- Evitar pèrdues de calor per la part frontal del captador. La coberta solar permet passar la radiació solar, d'ona curta però impedeix sortir a la radiació que genera el propi absorbidor al escalfar-se, d'ona llarga. És l'anomenat efecte hivernacle que evita que es perdi calor per la pròpia superfície del captador.
- La seva vida útil ha de ser llarga, com la de tots els elements del captador. Ha de suportar les inclemències del temps (pluja, calamarsa, radiació ultra violeta, ...) sense alterar les seves propietats mecàniques i sobretot òptiques.

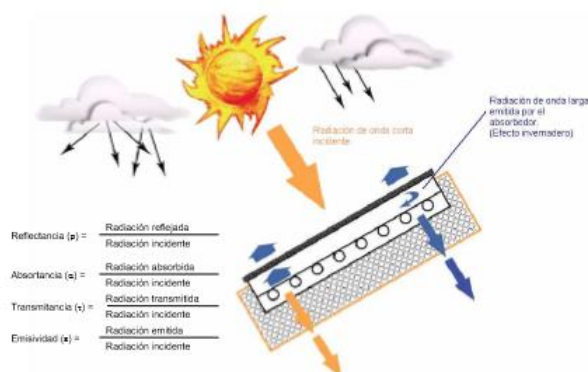


Figura 7.5.1.2 Propietats coberta transparent (Font:[8])

Les cobertes de plàstic transparent van ser molt utilitzades en el passat, però es va abandonar el seu ús a causa de que aquest material es veia afectat per les condicions ambientals, amb el pas del temps. Canvis de color, esquerdes, deformacions, etc.

El material més utilitzat en l'actualitat és el vidre solar de baix contingut en ferro. Els òxids de ferro presents en els vidres convencionals absorbeixen part de la radiació que els travessa, fent que s'escalfi el propi material i restant part de l'energia que ha d'arribar a l'absorbidor.

Absorbidor

L'absorbidor és el cor del captador solar, és potser l'element més important, ja que en ell la radiació solar es converteix en calor. El fluid de treball que circula per uns petits tubs, que formen part de l'absorbidor, transporta la calor generada a la resta de la instal·lació.

El absorbidor normalment es compon d'una o diverses làmines metàl·liques (acer, coure o alumini) adherides a un circuit hidràulic.

El material que se sol utilitzar per fabricar la làmina és el coure, ja que té unes immillorables qualitats mecàniques i sobretot tèrmiques. El coure també s'utilitza per fabricar els fins tubs que configuren la part hidràulica del absorbidor. El seu comportament enfront de la corrosió i la seva alta durabilitat el fan ser el material més adequat.

En el passat també es va usar l'acer per fabricar la làmina de l'absorbidor, encara que ja està en desús. En l'actualitat s'està introduint cada vegada més l'alumini, té igual que el coure grans condicions per a la transmissió de la calor. No obstant els tubs de l'absorbidor segueixen sent de coure. Avui en dia estan completament superats els possibles problemes de corrosió ocasionats per barrejar coure i alumini en el mateix absorbidor.

El gruix de la làmina de l'absorbidor sol ser d'uns 0,2 mm. La conductivitat tèrmica del coure és millor que la de l'alumini, per això els absorbidors d'alumini solen tenir més gruix. D'aquesta manera

compensen la diferència i tenen la mateixa capacitat de transmetre calor que els absorbidors de coure.

La distància entre els tubs del absorbidor és d'uns 100 mm a 120 mm, és un compromís entre una bona transmissió de la calor i uns baixos costos de fabricació.

Podem trobar diferents configuracions hidràuliques dels tubs que van soldats a la làmina de l'absorbidor:

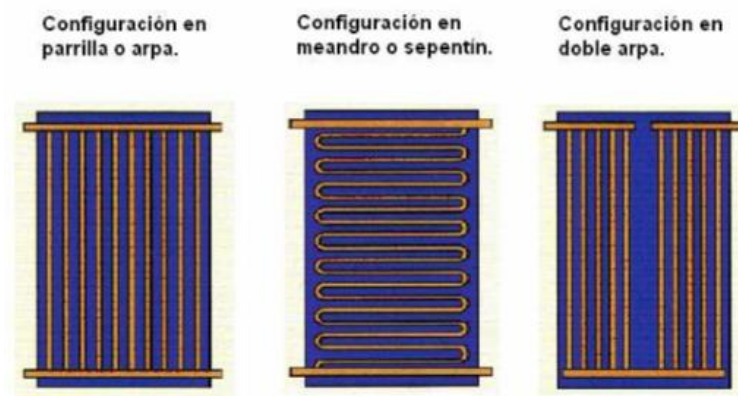


Figura 7.5.1.2 Configuracions dels tubs (Font:[9])

Configuració en graella o arpa:

Diversos tubs fins en paral·lel que s'uneixen a dos tubs de distribució de major diàmetre, formant una configuració en graella.

Aquesta configuració li confereix al col·lector una baixa pèrdua de càrrega, el que fa que aquesta sigui l'opció sempre triada per a la fabricació de sistemes amb termosifó.

Donada la seva configuració és molt adequat per a la connexió de col·lectors en paral·lel.

Els salts tèrmics que s'aconsegueixen en aquests col·lectors són baixos. Encara que suficients per a aplicacions d'aigua calenta sanitària i / o escalfament de piscines. En el cas que es facin servir per a aplicacions que requereixin més temperatura (calefacció) s'hauran de combinar connexionats paral·lel o sèrie per aconseguir major salt tèrmic.

En aquesta configuració és important anar amb compte amb l'equilibrat hidràulic, ja que si circulen diferents cabals per les canonades paral·leles pot produir-se un important desequilibri tèrmic en el col·lector. Per minimitzar aquest problema es dissenyen els diàmetres de les canonades de manera que la pèrdua de càrrega de les canonades fines de l'absorbidor sigui de 3 a 5 vegades més gran que la dels tubs col·lectors.

Finalment és important ressenyar el bon comportament d'aquesta configuració en el cas que aparegui vapor en el col·lector (situació d'estancament). Ja que al formar vapor a la part superior de la graella, la seva pròpia pressió fa desallotjar, per les connexions inferiors, l'aigua de la resta del col·lector, evitant que es formi encara més vapor.



Figura 7.5.1.3 Incompetència de configuració en graella (Font:[9])

Configuració en meandre o serpentí.

Un sol tub fi recorre de banda a banda tot l'absorbidor formant un serpentí.

Es tracta d'una configuració amb una pèrdua de càrrega alta, però que a la seva vegada proporciona salts tèrmics importants ja que tot el fluid roman molt de temps en contacte amb l'absorbidor.

A causa d'aquests alts salts tèrmics aquest col·lector és molt propici per a les instal·lacions d'aigua calenta sanitària i calefacció.

Aquest tipus d'absorbidors permet connectar un gran nombre de col·lectors en paral·lel.

El seu comportament en fase de vapor és tan bo com en la configuració en graella.

Configuració a doble arpa

Es tracta d'una configuració de només dues preses, normalment per la part superior. Són dos graelles connectades entre si pel tub col·lector de la part inferior.

És una configuració intermèdia, amb una pèrdua de càrrega intermèdia (ni tan alta com al meandre ni tan baixa com en la graella) i que aconsegueix salts tèrmics alts (no tant com al meandre). El fluid creua dos vegades l'absorbidor.

Es tracta d'una configuració de fàcil connexió en sèrie (només té dues preses superiors). S'utilitza molt per a sistemes de calefacció al nord d'Europa, ja que bateries de fins a 10 col·lectors en sèrie proporcionen salts tèrmics importants fins i tot amb baixes irradiacions.

El seu comportament en fase d'estancament o vapor, no és bona ja que a causa de la seva configuració el vapor que es forma a la part superior impedeix l'evacuació del fluid de la resta del captador, això produeix gran quantitat de vapor i provoca la degradació accelerada del fluid caloportador en cas de situacions repetides d'estancament.

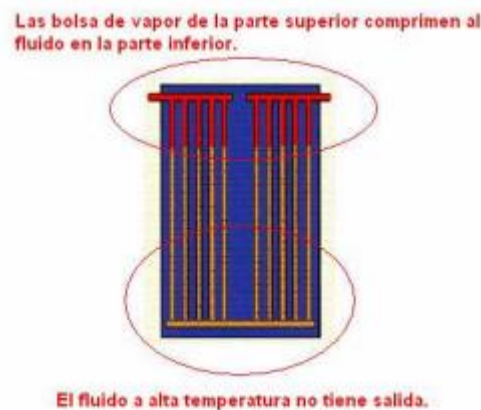


Figura 7.5.1.4 Incompetència de configuració en doble arpa (Font:[9])

Recobriments de l'absorbidor.

Les característiques òptiques (reflectància, absortància i emissivitat) de l'absorbidor venen definides pel tractament exterior que se li dóna a la cara que va a rebre els raigs del sol. Aquest tractament determina en gran part el rendiment global del captador per la qual cosa és de gran importància la seva correcta selecció.

Les superfícies metàl·liques reflecteixen la llum en gran mesura, per la qual cosa és necessari proveir a aquestes superfícies d'un recobriments de absortància (α) alta per a les longituds d'ona curta de la radiació solar.

El 95% de l'energia de l'espectre solar es correspon amb radiació de longituds d'ona de 0,3 a 2 micres. La radiació que emeten cossos a menys de 400°C és de longituds d'ona de més de 2 micres. Per tant un bon absorbidor solar serà el que absorbeixi de manera important radiacions de longituds d'ona per sota de 2 micres i emeti poca radiació per sobre de aquesta longitud. Aquesta és la definició d'un absorbidor selectiu d'alta eficiència.

En els inicis de la tecnologia solar els absorbidors es pintaven amb pintures solars negres sense propietats selectives. Aquests tenien absortàncies de fins el 80%, però la seva emissivitat era també important, al voltant del 50%, de manera que el total d'energia captada era molt pobre.

Els tractaments de crom negre són un tractament amb certa selectivitat, ja que absorbeixen un 85% o més, i només emeten un 10%.

Els tractaments més utilitzats en l'actualitat són els tractaments altament selectius en la deposició física en fase vapor (PVD) de diverses capes de materials, (capa antirreflexos, capa absorbidora, capa reflectora de IR). Amb aquests tractaments s'aconsegueixen absortàncies de fins al 95% i emissions de només el 5%.

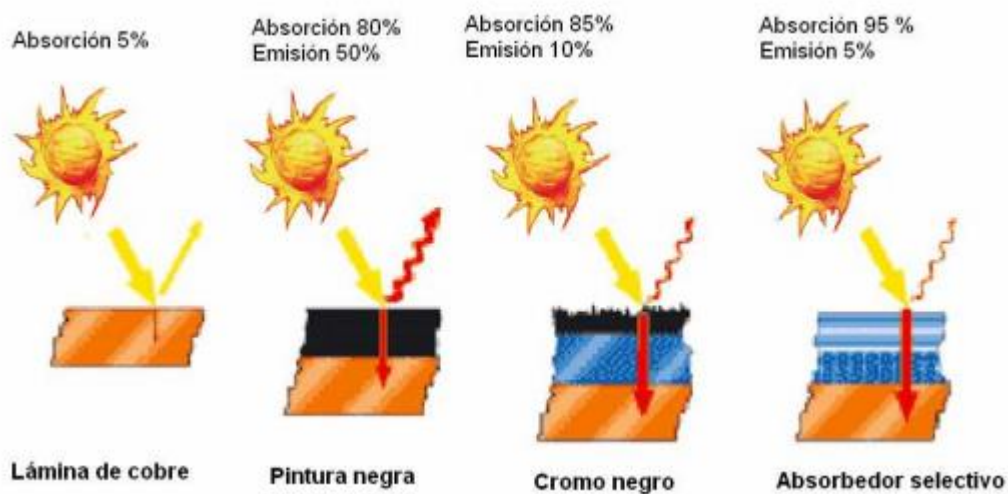


Figura 7.5.1.5 Recobriments en funció del material (Font:[8])

Aïllaments

Una vegada que ja s'ha generat la calor a l'interior del col·lector, l'objectiu és que aquest no es perdi per la superfície del mateix. Per aquesta raó tota la part posterior i fins i tot els laterals s'aïllen amb materials que han de complir:

- Baixa conductivitat tèrmica. Això dependrà del material utilitzat i de l'espessor que s'utilitzi. Els millors col·lectors utilitzen llana de vidre o llana mineral d'uns 4 a 7 cm d'espessor.
- Ha de aguantar les altes temperatures d'estancament dels col·lectors, sense degradar-se i sense desprendre vapors que puguin tancar la superfície interna del vidre solar.

7.5.2. Paràmetres del captador

Corbes de rendiment dels captadors.

El rendiment del captador (η) és la relació entre la potència tèrmica generada per unitat d'àrea i la radiació solar incident. És un valor que no té dimensions i se sol expressar de forma percentual.

El model matemàtic més utilitzat és el que s'exposa a la norma EN 12975[21]:

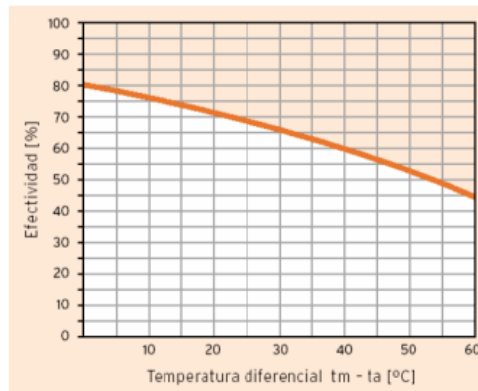


Figura 7.5.2.1 Corbes de rendiment (Font:[8])

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{T_m - T_a}{G} - a_2 \cdot \frac{(T_m - T_a)^2}{G}$$

En l'equació η_0 representa el rendiment del captador quan la temperatura mitjana del fluid del col·lector (T_m) és igual a la temperatura ambient (T_a). També es denomina rendiment òptic o eficàcia òptica. Ens indica el comportament del col·lector des del punt de vista òptic, sense tenir en compte les pèrdues de calor. És un paràmetre directament relacionat amb la qualitat i característiques del vidre solar i de la superfície de absorció.

Els captadors de qualitat solen tenir valors entre 0,7 i 0,8, com més alt sigui aquest valor millor.

Els coeficients a_1 i a_2 defineixen les pèrdues tèrmiques del col·lector, el primer coeficient determina les perdudes lineals i el segon les quadràtiques. Com menors siguin aquests coeficients millor serà el comportament del col·lector, sobretot a altes temperatures. Podem observar com al augmentar la temperatura mitjana del col·lector es redueix el rendiment del mateix.

Coefficient global de pèrdues.

El coeficient global de pèrdues es defineix com:

$$a_{glob} = a_1 + a_2 \cdot \Delta T$$

On a_1 i a_2 són els coeficients de pèrdues de la corba de rendiment.

Definició àrees del captador.

A l'hora de definir l'energia solar específica del captador (kWh/m^2) És molt important determinar quina de les àrees del captador s'empra com referència.

Àrea total o bruta: És l'àrea definida pels extrems del captador, carcassa inclosa.

Àrea d'obertura: És la superfície del captador oberta a la radiació solar, normalment en captadors plans coincideix amb l'àrea del vidre, restant la junta de la vora.

Àrea d'absorció o útil: És l'àrea de la làmina d'absorció.

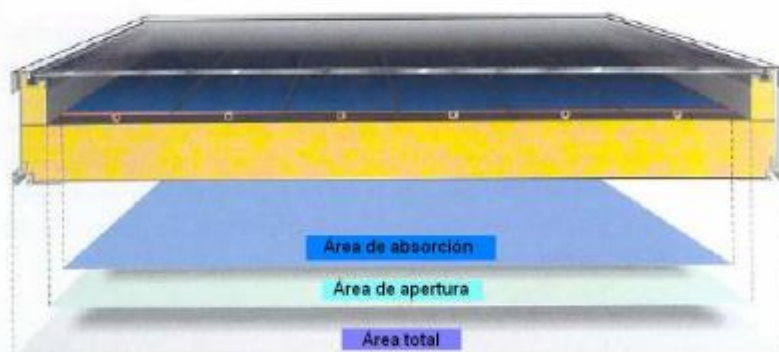


Figura 7.5.2.2 Àrea captador(Font:[8])

7.6. Acumuladors solars

En general quan utilitzem qualsevol energia renovable i en particular l'energia solar tèrmica, el consum dels usuaris no coincideix amb el moment en què es genera aquesta energia. Per aquesta raó ens veiem obligats a acumular l'energia quan es genera i mantenir-la a disposició perquè sigui utilitzada posteriorment, en el cas d'energia solar fotovoltaica són necessàries bateries elèctriques, en aquest cas es necessita de dipòsits acumuladors.



Figura 7.6.1 Acumuladors solars (Font:[9])

El període d'acumulació varia d' entre unes hores, a dies i fins i tot mesos, en el cas de les acumulacions estacionals. Tot dependrà del tipus d'instal·lació (ACS, calefacció, piscines,...) i sobretot del perfil de consum de l'energia.

Els requisits que li demanarem a una bona acumulació seran:

- Una alta calor específica del fluid d'acumulació. Normalment serà aigua.
- Petites pèrdues tèrmiques. És a dir un bon aïllament i la menor superfície possible.
- El material del dipòsit ha de ser compatible amb l'ús del fluid del seu interior. Si es tracta d'aigua potable, aquest haurà de tenir les suficients condicions higièniques i sanitàries.
- Han de ser capaços de suportar les pressions i temperatures màximes de treball.

Normalment, a causa del seu alt calor específic, la seva fàcil disponibilitat, el seu baix cost i per no ser un contaminant, el fluid normalment utilitzat per l'acumulació de energia solar tèrmica serà l'aigua.

7.6.1. Tipus d'acumuladors

Acumuladors d'Aigua calenta sanitària.

Els acumuladors d'aigua calenta sanitària han de complir amb les normes d'higiene que exigeix la normativa vigent. A més han d'estar protegits contra la corrosió, a causa de l'aportació continua d'oxigen a l'aigua potable d'entrada. Normalment aquests dipòsits són esmaltats o d'acer inoxidable.

Els esmaltats solen incorporar protecció contra la corrosió amb un ànode de sacrifici de magnesi. Els d'acer inoxidable poden incorporar protecció catòdica. Solen fabricar-se amb i sense serpentí intercanviador intern. És freqüent que incloguin dos serpentins, un inferior per l'aportació d'energia solar i uns superior per l'aportació d'energia auxiliar.

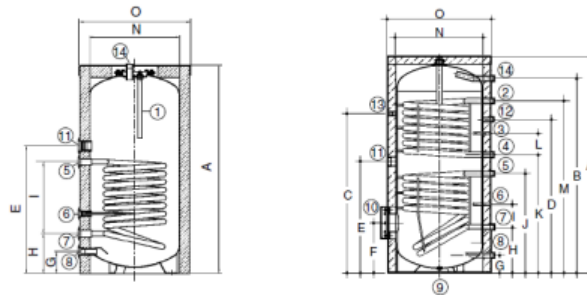


Figura 7.6.1.1 Interior d'un acumulador (Font:[8])

Acumuladors d'inèrcia.

Se solen utilitzar en grans instal·lacions d' ACS i calefacció, aquests dipòsits són part d'un circuit tancat, de manera que l'aigua del seu interior hi ha aigua no potable. Com és sempre la mateixa aigua, no hi ha una aportació continua d'oxigen, i per tant es poden rebaixar considerablement els sistemes de protecció contra corrosió.

A més aquests dipòsits solen treballar a pressions menors que els d'aigua calenta sanitària, pel que els seus requeriments mecànics són menors. Solen incorporar un sol intercanviador serpentí com a molt, encara que l'usual és que l'intercanvi sigui extern amb un intercanviador de plaques.

Acumuladors combinats.

Els acumuladors combinats són un dipòsit d'inèrcia per a treballar en circuit tancat i un dipòsit d'aigua calenta sanitària submergit en aquest al bany Maria. La calor del dipòsit d'inèrcia es transmet al d' ACS per les parets del mateix, de manera que no es necessita un altre intercanviador. El dipòsit d' ACS pot ser de reduïdes dimensions, fins i tot amb dipòsits d'inèrcia de grans dimensions. S'utilitzen per a aplicacions mixtes d'aigua calenta i calefacció.

7.6.2. Proteccions dels acumuladors

Les instal·lacions d'energia solar tèrmica han de ser dissenyades amb l'objectiu que aquestes durin almenys 25 anys. Els dipòsits acumuladors, sobretot els d'aigua calenta, estan exposats de manera contínua a la corrosió, a causa de la contínua aportació d'oxigen que fa l'aigua freda de xarxa. Per aquesta raó han de ser protegits i aquesta protecció ha de ser revisada contínuament en les operacions de manteniment de la instal·lació.

La protecció catòdica consisteix a convertir en càtode tota la superfície metàl·lica que anem a protegir, fent que per tota ella es troba un flux de corrent continua.

A través d'un corrent elèctric aplicat exteriorment, la corrosió s'elimina i es pot mantenir una superfície metàl·lica en un medi corrosiu sense patir deteriorament.

Per proporcionar la protecció catòdica connectem l'acumulador a algun element que tingui una diferència de potencial amb el seu material, suficient per fer circular el corrent en el sentit apropiat.

Ànode de magnesi.

Els ànodes de sacrifici més comunament emprats són els formats per les aliatges de zinc, magnesi o alumini.

El magnesi és un element molt reactiu el que li fa tenir la capacitat de proporcionar una densitat de corrent important, això sí, a costa de consumir-se. En els manteniments anuals s'haurà de verificar l'estat de la barra de magnesi, en el cas que la seva mida ja sigui molt reduïda haurà de substituir-se per una de nova. Aquesta és la protecció que normalment s'inclou en els dipòsits esmaltats.

Protecció catòdica per corrent externa.

La protecció catòdica per corrent imprès és un sistema en què la font d'energia per protegir el material del dipòsit és externa. Normalment s'usen rectificadors de corrent continu. La instal·lació consisteix en connectar el negatiu de la font rectificadora a les parts metàl·liques de l'acumulador i el positiu a un ànode submergit, normalment de Titani. Aquesta és la protecció triada per als dipòsits d'acer inoxidable.

7.7. Altres components de l'instal·lació

7.7.1. Bombes

Les bombes tenen la funció de produir la circulació del fluid de treball en cadascun dels circuits del sistema. Cal posar especial atenció en la elecció de la bomba del circuit primari, aquesta haurà de suportar altes temperatures i un fluid de treball que no és només aigua.

Les bombes al circuit primari s'instal·len a la part més freda de tot el sistema, és a dir en la part més baixa de la instal·lació i en la canonada de retorn.

No obstant això, les temperatures que es podran arribar seran de fins a 100 ° C de manera contínua i majors de manera puntual (temperatures de fins a 130°C durant diversos minuts). Els materials dels què està fabricada la bomba han de suportar aquestes condicions.



Figura 7.7.1.1 Bomba circuladora (Font:[8])

El fluid del circuit primari serà una barreja d'aigua i glicol (anticongelant). Aquesta barreja fa que el fluid sigui més viscos que l'aigua i amb menor capacitat tèrmica. Per culpa de l'augment de la viscositat augmentarà la pèrdua de càrrega total de la instal·lació, cal anar amb compte durant el dimensionament ja que haurem d'utilitzar sempre taules i àbacs de pèrdues de càrrega referits a la barreja d'aigua i anticongelant.

7.7.2. Vas d'expansió

El circuit primari d'una instal·lació solar és un circuit tancat sotmès a constants variacions de temperatura, el que comporta variacions en el volum del fluid. Com en tots els circuits tancats serà necessari un vas de expansió que compensi aquestes dilatacions i contraccions del fluid per evitar indesitjables augments de pressió.

Els sistemes d'energia solar correctament dimensionats en principi no tenen moltes probabilitats d'entrar en situacions d'estancament, però fins i tot en aquests casos és fàcil que es donin situacions puntuals que porten el sistema fins a l'aparició de vapor (talls de subministrament elèctric, bosses d'aire, ...). Un sistema d'energia solar segur, ha de tenir algun tipus d'element de seguretat que garanteixi l'operació fins i tot en aquests casos de sobre temperatura puntuals. Les normes EN 12976 i EN 12977 diuen *"el sistema ha d'estar dissenyat de manera que amb altes radiacions solars prolongades sense consum d'aigua calenta no es produeixi cap situació en la qual l'usuari hagi de realitzar alguna acció especial per portar el sistema a la seva forma normal d'operació."* Els sistemes dissenyats amb aquest criteri es denominen de seguretat intrínseca.

L'estratègia per aconseguir que una instal·lació sigui de seguretat intrínseca ha de ser: dissenyar un sistema en què la vàlvula de seguretat no entri en funcionament mai, ni tan sols en les ocasions en què tinguem una contínua aportació de energia solar sense cap consum de calor per part de l'usuari i fins i tot en situacions en què el fluid no circula pels captadors i segueix havent-hi una intensa radiació solar. És a dir, hem de dimensionar el vas d'expansió de manera que absorbeixi les dilatacions ocasionades per l'aparició de vapor als captadors solars. Això fa que el càlcul d'aquests elements sigui molt diferent al que normalment es fan en instal·lacions convencionals de calefacció.

7.8. Normativa instal·lacions d'energia solar tèrmica

7.8.1. Introducció

El CTE s'ha desenvolupat en 4 documents bàsics, dels quals cada un té per objecte establir regles i procediments que permeten complir les exigències bàsiques d'estalvi d'energia. Aquest document es denomina Document Bàsic HE Estalvi d'Energia.

Amb els objectius de millorar la qualitat de l'edificació, i de promoure la innovació i la sostenibilitat, s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) desenvolupat en 4 documents bàsics, dels quals un té per objecte establir regles i procediments que permeten complir les exigències bàsiques d'estalvi d'energia.

La secció HE4 Contribució Solar mínima d'aigua calenta sanitària es l' instruments normatius que fixa les exigències bàsiques de qualitat de les instal·lacions d'energies renovables i en concret de l'energia solar, en l'edificació.

La secció HE4 Contribució Solar mínima d'aigua calenta sanitària estableix que una part de les necessitats energètiques tèrmiques derivades de la demanda d'aigua calenta sanitària o de climatització de piscina coberta es cobrirà mitjançant la incorporació en els edificis d'instal·lacions d'energia solar de baixa temperatura.

7.8.2. Zones climàtiques

Per establir els límits de zones homogènies a efectes de l'exigència, s'han definit diferents ZONES tenint en compte la Radiació Solar Global mitjana diària anual sobre superfície horitzontal (H), prenent els intervals que es relacionen per a cadascuna de les zones, com s'indica a continuació:

Zona climàtica	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Figura 7.8.2.1 Radiació solar per zones a Espanya (Font:[1])



Figura 7.8.2.2 Mapa zonal (Font:[1])

7.8.3. Tipus d'edificis

L'àmbit d'aplicació de la secció HE4 del CTE són els edificis de nova construcció i rehabilitació d'edificis existents de qualsevol ús en els que existeixi una demanda d'aigua calenta sanitària i / o climatització de piscina coberta. .

Per al càlcul de les necessitats d'ACS d'un edifici s'aplicaran les demandes de referència a 60°C de la taula 3.1 de la secció HE4 que es ressenya a continuació:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel****	70	por cama
Hotel***	55	por cama
Hotel/Hostal**	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión*	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábrica y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura 7.8.3.1 Criteris de demanda (Font:[1])

En el cas d'escollir una temperatura d'acumulació diferent a 60°C s'emprarà la fórmula de conservació de l'energia.

$$D(T) = D_i(60^\circ) * \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

En què:

- D (T): demanda d'ACS anual a la temperatura escollida.
- Di(T): demanda d'ACS per al mes i a la temperatura escollida.
- Di (60°C): demanda d'ACS per al mes i a la temperatura de 60°C.
- T: temperatura escollida.
- Ti: temperatura mitjana de l'aigua freda en el mes i

7.8.4. Contribució solar mínima

En el marc del CTE, el terme Contribució Solar es troba lligat fonamentalment a les instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica ja que aquestes es dimensionen per "cobrir" una demanda determinada.

La Contribució Solar anual és la fracció entre els valors anuals de l'energia solar aportada per la instal·lació dissenyada i la demanda energètica anual per a la qual s'ha dissenyat la instal·lació, obtinguts a partir dels valors mensuals

Per a cada zona climàtica i diferents nivells de demanda d' ACS a una temperatura de referència de 60 °C, la contribució solar mínima anual (%) que ha de proporcionar la instal·lació solar tèrmica, considerant dos casos diferents de fonts energètiques convencionals:

1. General: sigui gasoil, propà, gas natural, o altres;
2. Efecte Joule.

Caso General	Zona climàtica				
Demanda total de ACS del edifici (l/d)	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Figura 7.8.4.1 Percentatge de contribució solar per casos generals (Font:[1])

EFFECTO JOULE	Zona climàtica				
Demanda total de ACS del edificio (l/d)	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Figura 7.8.4.2 Percentatge de contribució solar per Efecte Joule (Font:[1])

Complint els valors mínims de contribució solar mínima establerts pel CTE, el dimensionament de la instal·lació estarà limitat per que en cap mes de l'any l'energia produïda per la instal·lació superi el 110% de la demanda energètica i en no més de tres mesos el 100 %

Per instal·lacions realitzades a la comunitat autònoma de Catalunya, la norma que s'haurà de seguir serà la més restrictiva entre les següents:

- CTE (Codi Tècnic per a la Edificació)
- Decret de Ecoeficiència
- Ordenança Municipal (si el municipi en qüestió en té)

7.9. Estudi per a la producció d'aigua calenta sanitària

Es realitzarà un estudi d'energia solar amb la seva corresponent acumulació i amb l'ajuda si fos necessària d'un sistema auxiliar de reforç , que en aquest cas serà la pròpia bomba de calor utilitzada per la climatització de la vivenda ,per si la demanda fos superior a la producció del nostre sistema en algun moment determinat.

El principal objectiu serà assolir la contribució solar mínima que requereix la normativa en aquest cas marcada pel Decret[2] (la més restrictiva),En les taules anteriors s'observa que pel CTE la contribució solar mínima per la província de Barcelona es d'un 50% ,així doncs el Decret indica que la contribució solar mínima a la comarca del Vallès Oriental es del 60%.

Per a la realització del estudi farem ús de les eines que ens ha facilitat l'empresa BAXI , empresa en la que estic realitzant les meves pràctiques universitàries i que es dedica a la realització d'aquests estudis.

Com s'ha comentat anteriorment la vivenda es troba localitzada al Passatge Olivé 7 a Cerdanyola del Vallès i la temperatura ambiental i la de l'aigua de xarxa s'ha extret segons la UNE 94002 i la UNE 94003 respectivament

	Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny
Tª. mitja ambient [°C]	8,1	8,8	10,4	12,1	15,3	19,0
Tª. mitja agua xarxa [°C]	8,5	9,5	10,5	11,5	13,5	16,5
Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Des.	Annual
22,2	22,3	20,3	16,4	11,8	8,9	14,6
18,5	18,5	16,5	14,5	11,5	9,5	13,3

Taula 7.9.1 Temperatura ambient i de l'aigua a Cerdanyola(Font: Elaboració pròpia)

A partir de les dades seleccionades obtenim la corba de la Temperatura del aigua mitja en els diferents mesos de l'any

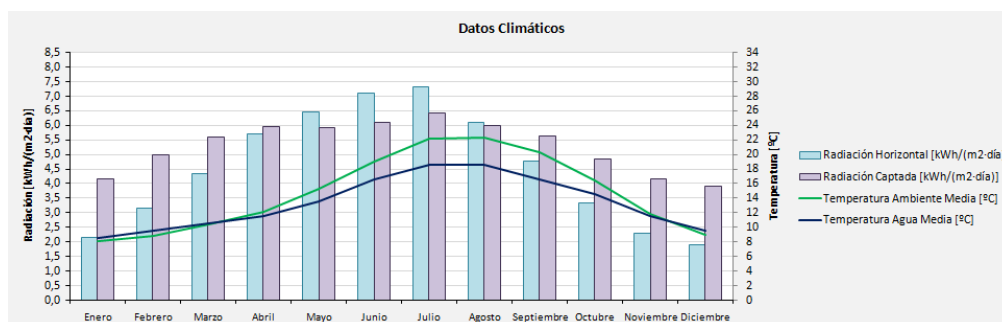


Figura 7.9.1 Corba de temperatura ambiental i del aigua (Font:Pròpia)

La idea per el sistema que es vol realitzar serà el format per la placa/plaques necessàries per la producció del aigua calenta sanitària més l'acumulador solar i la bomba de calor com energia de suport

Per tant l'esquema simplificat de la instal·lació seria el següent:

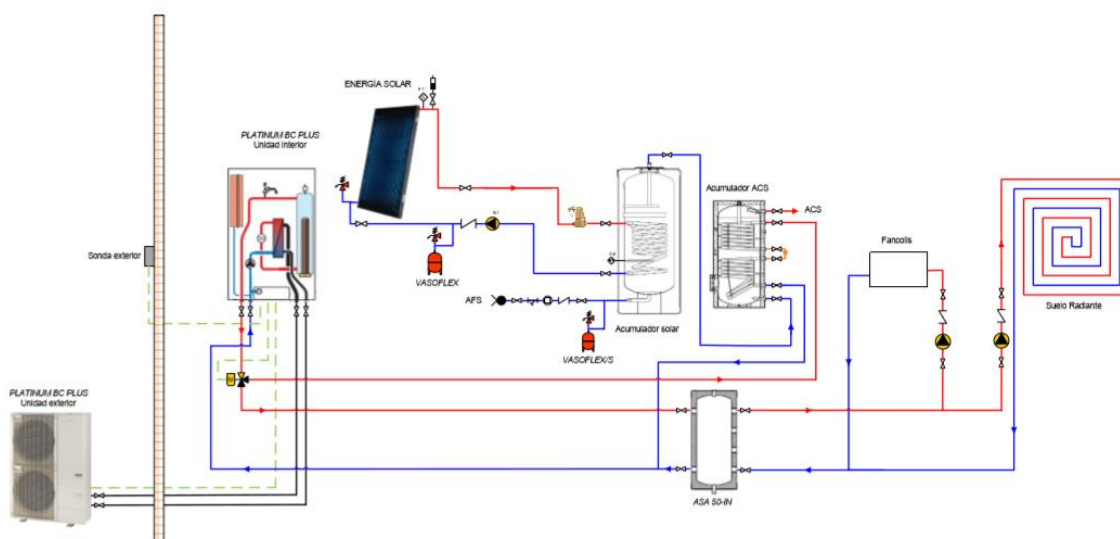


Figura 7.9.2 Esquema funcionament (Font: [8])

Format per el circuit primari o solar, en que el líquid que circula no serà aigua residual, sinó una mescla d'aigua amb un refrigerant per evitar possibles congelacions d'aquesta aigua i que el nostre sistema es vegi malmès.

En aquest circuit primari observem la placa solar, la encarregada de escalfar l'aigua que hi circula, observem també la presència d'un vas d'expansió exclusiu per sistemes d'energia solar tèrmica, a part de també la bomba circuladora per poder bombejar tota l'aigua per tot el circuit, ja que la nostre instal·lació serà forçada.

Finalment el serpentí situat al acumulador que serà l'encarregat de transferir la calor produïda per les plaques a l'aigua calenta sanitària acumulada en el acumulador (que també portarà un petit dipòsit d'expansió per a possibles desajustaments de pressió al acumulador).

La bomba de calor només serà necessària en cas que en el moment de la demanda la temperatura de l'aigua del acumulador no sigui suficientment calenta per satisfer les necessitats de la vivenda.

7.9.1. Càlcul d'ACS

Per a poder realitzar el càlcul real de ACS, el primer que s'ha de realitzar es les necessitats reals d'una vivenda de quatre dormitoris, segons marca el Decret 21/2006 per el que es regula la adopció de criteris ambientals i de ecoeficiència en els edificis. Una vivenda de quatre dormitoris equival a sis persones:

Número de habitaciones									
	Un único espacio	1 H	2 H	3 H	4 H	5 H	6 H	7 H	igual o más de 8 H
Número de personas	1,5	2	3	4	6	7	8	9	1,3 x n

n= número de habitaciones

Figura 7.9.1.1 Nombre de personas en funció del nombre de habitacions (Font: [2])

A la vegada ens marca que per una demanda d'aigua calenta sanitària a 60 graus, s'estima una necessitat de 28 litres per persona i dia.

Criterios de demanda	litros ACS/día a 60°C
Viviendas	28 litros/persona
Hospitales, clínicas	55 litros/persona
Ambulatorios y centros de salud	40 litros/persona
Hoteles de 5 estrellas	70 litros/persona
Hoteles de 4 estrellas	55 litros/persona
Hoteles de 3 estrellas	40 litros/persona
Hoteles de 1 y 2 estrellas	35 litros/persona
Pensiones/hostales	28 litros/persona
Residencias (gente de la tercera edad, estudiantes)	40 litros/persona
Albergues	25 litros/persona
Centros escolares con duchas	20 litros/persona
Centros escolares sin duchas	4 litros/persona
Centros de la Administración pública, bancos y oficinas	2 litros/persona
Vestuarios/duchas colectivas (piscinas, polideportivos, gimnasios)	20 litros/persona

Figura 7.9.1.2 Criteris de demanda (Font: [2])

Per tant:

Tipus de edifici	Unifamiliar
Temperatura de acumulació (°C)	45
Temperatura de consum (°C)	45
Generació de ACS	Acumulació

Taula 7.9.1.1 Temperatura i tipus de acumulació (Font: Elaboració pròpia)

Número de dormitoris	Número de persones	Consum per persona y dia (litres)	Total (litres)
4	6	41	247

Taula 7.9.1.2 Acumulació en funció dels dormitoris (Font: Elaboració pròpia)

S'estima que es consumirà un total de 247 litres diaris a 45°C a la vivenda.

Com es pot observar el consum per persona i dia no es el de 28 litres esmentat anteriorment sinó 41 això es degut a que la nostre acumulació es realitza a 45°C i no pas 60°C.

$$D_i(T) = D_i(60^\circ) * \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) = D_i(45^\circ) = 28 * \left(\frac{60 - 13.3}{45 - 13.3} \right) = 41.24 \text{ litres}$$

Dimensionament de la instal·lació:

El dimensionament de la instal·lació depèn totalment de la contribució solar mínima de la població, per tant el 60%, un cop assolit aquest valor ja no serà necessari la instal·lació de més plaques solars

Ja que estem treballant amb l'aplicació que m'ha facilitat BAXI treballarem amb la seva gama de productes.

Per tant la gama de plaques que utilitzarem serà la Placa SOL en les seves dues versions la 200 i la 250, en funció de les nostres necessitats farem ús d'una o de l'altre.

Aquesta gama de plaques solar tèrmiques treballen amb una disposició dels seus tubs en forma de meandre que ja ha sigut explicada anteriorment.

A la hora de l'estudi primer provarem de fer-ho amb la placa més petita (SOL 200):

Característiques col·lector:

Superfície apertura (m²)	1.9
Rendiment òptic	0.817
K1	3.716
K2	0.018
Acumulació recomenada (l/m²)	65
Cabal (l/h)	50

Taula 7.9.1.3 Característiques SOL 200 (Font: Elaboració pròpia)

Energia necesaria per cada mes serà la següent:

Exemple mes de gener:

$$Energia_{nec} = \frac{Dies\ mes * Total\ consum\ diari\ a\ 45^{\circ} * (T^{\circ}\ acumulacio - Taigua\ red\ gener)}{* 860}$$

$$Energia_{nec} = \frac{31 * 247 * (45 - 8.5)}{860} = 324.98\ Kwh$$

*On 860 equival al factor de conversió per passar de kcal a kwh

Per tant durant tot l'any serà de:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
En. Necessària Total (kWh)	325	286	308	289	281	246
Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Anual
236	236	246	272	289	317	3.331

Taula 7.9.1.4 Energia necessària per ACS (Font: Elaboració pròpia)

Segons l'energia que el sistema ens requereix, per una demanda de 3331Kwh els nostres col·lectors han de produir 2307Kwh sense tenir en compte les pèrdues que són al voltant de un 12-13% del total per tant si es te en compte les perdues la contribució solar termica total haura de ser de 1999Kwh.

Energia necessària (kWh)	3.331
Contribució mínima segons Ordenança Mun. (%)	60,00
Contribució mínima segons Ordenança Mun. (kWh)	1.999
Aportació col·lectors solars (kWh)	2.307
Pèrdues totals (kWh)	308
Contribució solar tèrmica total (kWh)	1.999
Contribució solar tèrmica total (%)	60,00

Taula 7.9.1.5 Energia teòrica que les plaques han de produir (Font: Elaboració pròpia)

Doncs amb les demandes clares s'ha de comprovar si amb una placa SOL 200 s'ha arribat a aquests valors d'energia.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Energia necessària Total (kWh)	325	286	308	289	281	246
FR'/FR	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
X	1,46	1,49	1,51	1,53	1,56	1,65
XC	1,52	1,55	1,57	1,58	1,62	1,71
X'C	1,30	1,38	1,42	1,46	1,56	1,78
Y	0,58	0,72	0,83	0,91	0,96	1,09
F	0,439	0,535	0,607	0,658	0,682	0,747
Aportació col·lector solar	0,439	0,535	0,607	0,658	0,682	0,747
Aportació col·lector solar (kWh)	143	153	187	190	191	184
	Juliol	Agost	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Energia necessària Total (kWh)	236	236	246	272	289	317
FR'/FR	0,9876	0,9876	0,9876	0,9876	0,9876	0,9876
X	1,71	1,71	1,63	1,59	1,53	1,49
XC	1,77	1,77	1,69	1,65	1,59	1,55
X'C	1,93	1,92	1,72	1,63	1,47	1,37
Y	1,24	1,16	1,01	0,81	0,63	0,56
F	0,820	0,776	0,702	0,582	0,466	0,418
Aportació col·lector solar	0,820	0,776	0,702	0,582	0,466	0,418
Aportació col·lector solar (kWh)	194	183	173	158	135	132

Taula 7.9.1.6 Valors teòrics de la placa en les condicions establertes (Font: Elaboració pròpia)

Es realitzen el càlculs per el mes de gener, la resta tot serà igual:

Una placa SOL 200 al gener ens aportarà 143kWh.

Segons la ficha técnica de la placa s'han obtingut els següents factors:

- $FR'/FR \rightarrow$ es un valor fixe de la placa
- $X \rightarrow$ Segons la ficha técnica:

$$X = (K1 * FR'FR * (100 - T_{mitjaaigua}) * (3600 * 24 * dies_{gener}) * superfice_{placa} * num_{colectors}) / (Energia_{necesaria_{gener}} * 3600 * 1000)$$

- $XC \rightarrow$ Segons ficha técnica:

$$XC = X * \left(\sqrt{75 / \left(\frac{Acumulacio_{solar}}{Num_{placas} * Sup_{placa}} \right)} \right)$$

- $X'C \rightarrow$ Segons ficha técnica:

$$X'C = XC * \left(\frac{11.6 + 1.18 * T_{acumulació} + 3.86 * T_{media_{aguared}} - 2.32 * T_{media_{ambiente}}}{100 - T_{media_{ambiente}}} \right)$$

- $Y \rightarrow$ Segons ficha técnica:

$$Y = (n_{optico} * \frac{F'R}{FR} * 0.96 * (1.92 * Rad_{hor} * 1000) * Num_{dies} * Sup_{placa} * Num_{colectores}) / (Energia_{necesaria_{gener}} * 3600 * 1000)$$

- F(Aportació col·lector solar) → Segons ficha técnica:

$$F = (1.029 * Y - 0.065 * X'C - 0.245 * Y^2 + 0.0018 * X'C^2 + 0.0215 * Y^3) * F_{IAM} * \left(1 - \frac{Perdues_{incl+sombres}}{100}\right)$$

On:

- Factor IAM es l'efecte d'incidència ("Modificador d'angle d'incidència") corresponent a la disminució de la irradiància que realment arriba a la superfície de les plaques.

També s'haurà de tenir en compte les pèrdues tant de l'acumulador com de les tuberies de la instal·lació:

Pèrdues acumulador:

$$Pèrdues_{acumulació} = (T^{\circ}_{acumulació} - T^{\circ}_{idealacumulació}(35^{\circ}C)) * \frac{Num_{acumuladors} * Litres_{acumulació} * Pèrdues_{acumulador}}{1000} * Num_{dies}$$

Pèrdues tuberies:

$$Pèrdues_{tuberies} = 0.4 * \frac{Longitud\ tub_{primari} + Longitud\ tub_{secundari}}{1000} * Num_{dies} * Num_{horesdia}$$

Per tant un cop calculats tots els factors i les corresponents pèrdues de la instal·lació, s'obté l'energia que ens pot aportar una placa SOL 200 en un mes determinat:

En el cas del mes de gener:

	Gener
Energia necessària Total (kWh)	325
Aportació col·lectors solars	0,439
Aportació col·lectors solars (kWh)	143
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14
Pèrdues a las tuberías (kWh)	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	117
Contribució solar tèrmica (%)	35,88

Taula 7.9.1.7 Valors reals de la placa SOL 200 per el mes de gener en les condicions establertes (Font: Elaboració pròpia)

Com s'observa a la taula adjunta les plaques aporten 143kWh dels quals només 117kWh son efectius.

Per tant si la nostre demanda és de 325kWh i s'obtenen 117KWh la contribució solar al gener serà de 35.88%.

Per la resta de mesos:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Energia necessària Total (kWh)	325	286	308	289	281	246
Aportació col·lectors solars	0,439	0,535	0,607	0,658	0,682	0,747
Aportació col·lectors solars (kWh)	143	153	187	190	191	184
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	13	14	14	14	14
Pèrdues a las tuberías (kWh)	12	11	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	117	129	160	165	165	158

Contribució solar tèrmica (%)	35,88	45,20	52,15	57,05	58,84	64,40
	Juliol	Agost	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Energia necessària Total (kWh)	236	236	246	272	289	317
Aportació col·lectors solars	0,820	0,776	0,702	0,582	0,466	0,418
Aportació col·lectors solars (kWh)	194	183	173	158	135	132
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	14	14	14	14	14
Pèrdues a las tuberías (kWh)	12	12	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	168	157	147	132	109	106
Contribució solar tèrmica (%)	70,89	66,53	59,95	48,62	37,82	33,51

Taula 7.9.1.8 Contribució solar per la resta de mesos per una placa SOL 200 (Font: Elaboració pròpia)

Ara si, un cop càlculades les diferents contribucions solars per els diferents mesos, si es fa la mitja d'ella obté la total:

	Anual
Energia necessària Total (kWh)	3.331
Aportació col·lectors solars	2.023
Aportació col·lectors solars (kWh)	168
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	140
Pèrdues a las tuberías (kWh)	1.715
Contribució solar tèrmica (kWh)	51,48

Taula 7.9.1.9 Contribució solar anual per una placa SOL 200 (Font: Elaboració pròpia)

Finalmet es conclou que amb una placa SOL200 no serà suficient pel que necessitem dues o bé una mes potent com la SOL250.

S'opta per fer l'estudi amb la SOL250 i al acabar es decidirà quina es l'opció mes adient.

El procediment serà el mateix, amb l'única diferència que la placa 250 és més grossa i per tant més eficient:

Superfície apertura (m²)	2.37
Rendiment òptic	0.818
K1	3.748
K2	0.016
Acumulació recomenada (l/m²)	65
Cabal (l/h)	50

Taula 7.9.1.10. Característiques placa SOL 250 (Font: Elaboració pròpia)

Per tant s'obté la següent taula de valors:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Energia necessària ACS (kWh)	325	286	308	289	281	246
FR'/FR	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884
X	1,71	1,75	1,77	1,78	1,83	1,93
XC	1,77	1,81	1,83	1,85	1,89	2,00
X'C	1,52	1,61	1,66	1,70	1,82	2,08
Y	0,73	0,89	1,03	1,13	1,19	1,35
F	0,529	0,638	0,718	0,774	0,799	0,868
Aportació col·lectors solars	0,529	0,638	0,718	0,774	0,799	0,868
Aportació col·lectors solars (kWh)	172	182	221	224	224	213

Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	13	14	14	14	14
Pèrdues a las tuberías (kWh)	12	11	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	146	159	195	198	198	188
Aportació col·lectors solars	44,89	55,51	63,27	68,64	70,59	76,46
	Juliol	Agost	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Energia necessària ACS (kWh)	236	236	246	272	289	317
FR'/FR	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884
X	2,00	1,99	1,90	1,86	1,79	1,74
XC	2,07	2,07	1,97	1,93	1,85	1,81
X'C	2,25	2,24	2,01	1,91	1,72	1,60
Y	1,54	1,44	1,25	1,01	0,79	0,70
F	0,942	0,897	0,821	0,690	0,560	0,505
Aportació col·lectors solars	0,942	0,897	0,821	0,690	0,560	0,505
Aportació col·lectors solars (kWh)	223	212	202	188	162	160
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	14	14	14	14	14
Pèrdues a las tuberías (kWh)	12	12	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	196	186	177	162	136	134
Aportació col·lectors solars	83,12	78,64	71,77	59,43	47,21	42,20

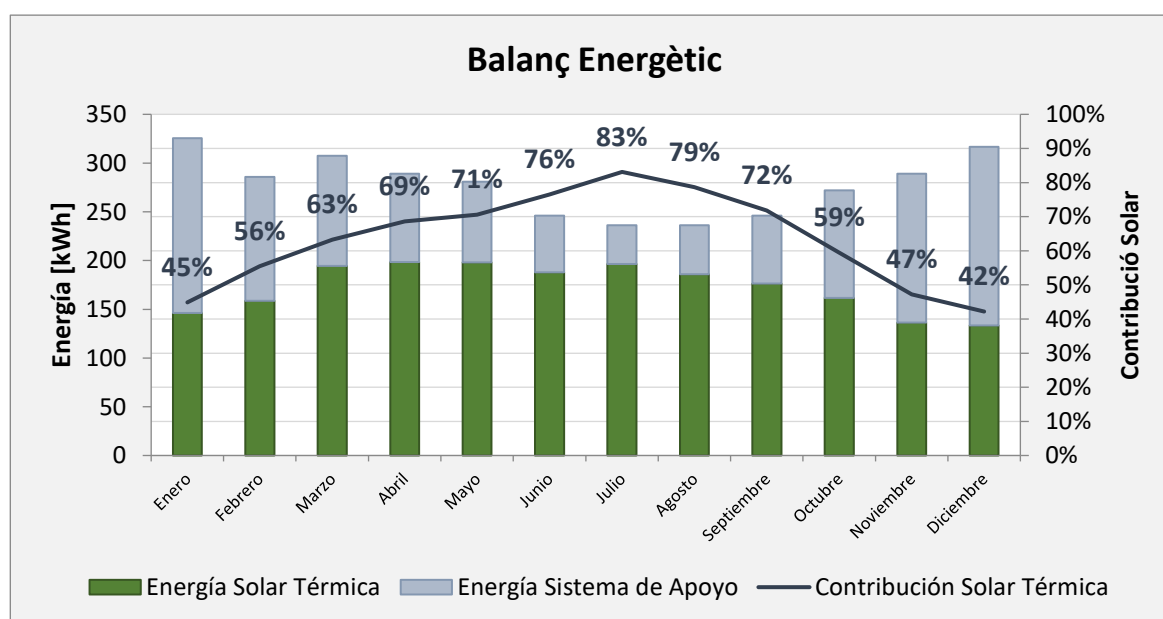
Taula 7.9.1.11. Aportació solar de la placa SOL 250 (Font: Elaboració pròpia)

Per tant fent la mitja de tots els mesos s'obté:

Energia necessària (kWh)	3.331
Contribució mínima desitjada (%)	60,00
Contribució mínima desitjada (kWh)	1.999
Aportació col·lectors solars (kWh)	2.383
Pèrdues acumulació/tuberías (kWh)	308
Contribució solar tèrmica total (kWh)	2.075
Contribució solar tèrmica total (%)	62,28

Taula 7.9.1.12. Contribució solar tèrmica placa SOL 250 (Font: Elaboració pròpia)

La instal·lació funcionarà amb una placa SOL 250, ja que la seva contribució supera el 60% requerit per la normativa municipal de Cerdanyola.



Gràfic 7.9.1.1. Balanç energètic per una placa SOL 250 (Font: Elaboració pròpia)

En la gràfica anterior s'observa mitjançant les barres la proporció d'energia que les plaques produiran i també aquella energia que haurà de suplir la bomba de calor com a font auxiliar.

La placa solar recomana 65 litres d'acumulació per cada m². Així doncs l'acumulació recomanada serà:

$$Acumulació = \frac{65l}{m^2} * 2.37m^2 placa = 154.05 litres$$

L'acumulador que més s'acosta aquesta xifra es el FST 200-2E de 200 litres amb dos serpentins d'intercanvi de calor.

Un cop vistes les dues opcions vàlides per el sistema, s'ha de seleccionar la que s'adapta millor a les nostres necessitats.

Espai:

Pel que fa a l'espai i tenint en compte que també s'hi instal·laran plaques fotovoltaiques es preferible l'opció d'una sola placa SOL 250.

Preu:

Pel que fa al preu també surt més econòmic l'opció d'una sola placa, a més a més instal·lar-ne dos també comporta d'utilització de mes accessoris per acoblar les dues plaques juntes.

Per tant els dos aspectes que s'han tingut en compte afavoreixen l'opció de una sola placa SOL250 que ve acompanyada en aquest cas per l'acumulador de 200 litres FST 200-2E (doble serpentí).

Després de seleccionar placa i acumulador també s'ha de elegir els diferents complements de la instal·lació.

Bomba circuladora primari:

Al hora de seleccionar aquesta bomba s'ha de estudiar el cabal de la instal·lació en el seu primari.

Tal i com indica la taula anterior on s'exposen les característiques de la placa SOL250 el seu cabal es de 50l/h. Per aquest cabal la bomba més indicada es la Solar Hydraulic 15 útil fins a 1500l/h de cabal. Aquest bomba es pot considerar com un grup hidràulic ja que porta inclòs el circulador d'alta eficiència, el separador d'aire els termòmetres d'anada i retorn, la vàlvula de seguretat, el manòmetre, el caudalímetre i les claus de buidatge i ompliment.

Suportació y accessoris hidràulics per panells solar plans:

Es necessitarà una suportació premontada per superfície plana que permet variar la inclinació entre 30-55º, a més d'accessoris per acoblar la placa amb la seva respectiva tuberia de distribució.

Purgador i vàlvula de seguretat dels panells:

Es necessita un purgador (en aquest cas automàtic) i una vàlvula de seguretat per cada fila de col·lectors, en el cas estudiat s'utilitzarà solament un ja que es tracta d'un sol panel solar.

Vas expansió solar i vas expansió acumulador:

Solar: de la gama de vasos d'expansió solar la marca recomana que per una sola placa el vas d'expansió solar a elegir ha de ser el Vasoflex Solar de 18 litres.

Acumulador: S'estima que es necessiten 50 litres de vas d'expansió per cada 1000 de acumulació per tant si la acumulació es de 200 litres el vas d'expansió per ACS serà de 10 litres. S'utilitzarà el Vasoflex/S de 12 litres que es el que més s'acosta dels models que s'ofereixen.

Líquid solar:

Serà un compost de propilenglicol i inhibidor de corrosió FAC 10 (10 litres), aquest ha de ser barrejat amb aigua en funció de la temperatura mínima exterior, així doncs tenint en compte que la temperatura mínima a Cerdanyola del Vallès en casos extrems pot ser com a màxim de -5ºC es recomana una mescla de 25% glicol 75% aigua.

Centraleta solar de regulació

Serà l'encarregada de controlar tot el sistema solar, obrint i tancant les bombes i controlant la temperatura tant a les plaques com a l'acumulador, procurant no arribar a temperatures límits

8. L'energia aerotèrmica

8.1. Conceptes bàsics de l'energia aerotèrmica

La bomba de calor és un equip capaç de traslladar calor d'un focus fred a un focus calent. De manera natural la calor es mou sempre des de l'objecte calent al fred. Si obrim les finestres de casa nostra en ple hivern la calor surt a l'exterior de manera natural.

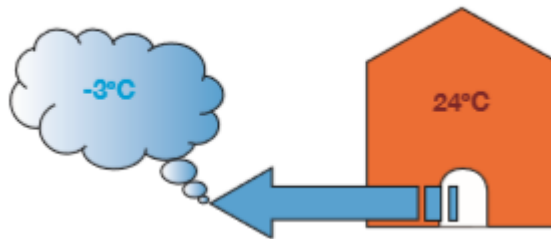


Figura 8.1.1 Concepte simple de aerotèrmia (Font: [11])

La bomba de calor és capaç de "bombar" la calor en sentit contrari a com es faria de forma natural. És a dir, és capaç d'agafar calor del carrer (més freda) i ficar-lo dins de la casa (més calenta).

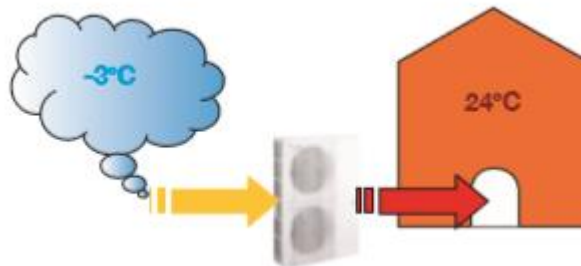


Figura 8.1.2 Concepte simple de aerotèrmia (Font: [11])

En el món de la calefacció estem acostumats a utilitzar equips que generen calor transformant l'energia química que contenen els combustibles. La bomba de calor és una màquina que no genera calor, senzillament el transporta d'un lloc a un altre.

Aquests equips solen utilitzar energia elèctrica com a font d'energia. Utilitzar energia elèctrica per escalfar habitatges implica un alt cost econòmic (l'electricitat és el combustible més car) i un alt impacte mediambiental ($1 \text{ kWh elèctric} = 649 \text{ g de CO}_2$)

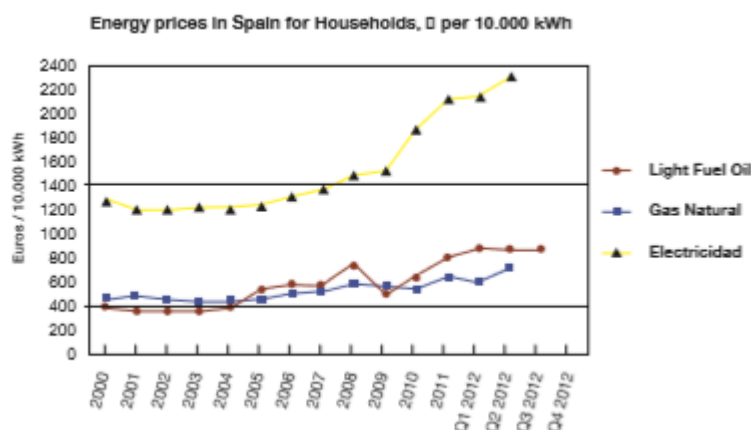


Figura 8.1.3 Gràfic preus de electricitat i combustibles (Font: [8])

Les bombes de calor resulten molt interessants perquè són capaces de transportar més calor que l'energia elèctrica que consumeixen. No són generadors de calor, només el transporten. Per això, aparentment, tenen un rendiment superior a la unitat.



Figura 8.1.4 Tipus d'energia obtinguda per la bomba de calor (Font: [11])

La relació entre l'energia que aporta a la calefacció i l'energia elèctrica que consumeix s'anomena COP (Coefficient of Performance). Una màquina amb un COP de 4 és capaç de consumir 1 kWh elèctric i transportar 4 kWh al circuit de calefacció.

La bomba de calor transporta energia d'un lloc a un altre. Això ho pot fer a l'hivern, prenent calor del carrer i introduint en l'habitatge, o a l'estiu traient la calor fora de l'habitatge.

És una màquina reversible que ens serveix per climatitzar habitatges durant tot l'any.



Figura 8.1.5 Reversibilitat de la bomba de calor (Font: [11])

També és interessant la bomba de calor per a la preparació d'aigua calenta sanitària (ACS). En aquest cas les bombes de calor no són reversibles, extreuen calor de l'ambient del local on estan instal·lades i ho introdueixen a l'interior d'un dipòsit d'ACS.



Figura 8.1.6 Bomba de calor per ACS (Font: [8])

8.2. Funcionament de la bomba de calor

Una bomba de calor és un circuit hermètic i tancat, que conté una substància (refrigerant) que absorbeix i cedeix calor en passar d'estat gasós a líquid i a l' inversa. El circuit frigorífic, que és així com s'anomena, té quatre elements principals que el componen: un compressor, una vàlvula d'expansió i dos intercanviadors (evaporador i condensador).

En el dibuix podem apreciar la disposició d'aquests elements en el circuit.

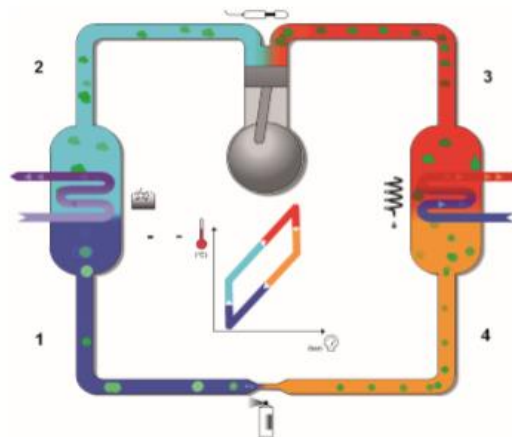


Figura 8.2.1 Principi de funcionament (Font: [11])

Per comprendre el funcionament de la bomba de calor hem d'analitzar el recorregut del refrigerant en un cicle complet.

- Punt 1 : El refrigerant surt de la vàlvula expansió en una situació intermèdia, barreja de gas i líquid (líquid polvoritzat). Està sotmès a baixa pressió quan entra a l'evaporador. Aquí el refrigerant s'evapora completament absorbint calor. Aquest intercanviador es refreda, per això està en blau en el diagrama.
- Punt 2: El refrigerant a la sortida de l'evaporador es troba completament en estat gasós i segueix a baixa pressió. Entra en aquestes condicions en el compressor.
- Punt 3: El compressor es limita a comprimir el refrigerant en estat gasós. De manera que a la sortida seguim tenint el refrigerant en estat gasós, però ara a alta pressió. El compressor

consumeix energia elèctrica per fer aquesta feina. És l'únic dels elements del circuit frigorífic que consumeix energia.

- Punt 4 : El refrigerant en estat gasós i a alta pressió que tenim a la sortida del compressor entra en el segon intercanviador, el condensador. Aquí el refrigerant es condensa, passant de gas a líquid. En fer-ho cedeix calor, és a dir aquest intercanviador s'escalfa, per això està pintat de vermell en el diagrama. A la sortida del condensador, el refrigerant en estat líquid i a alta pressió es fa passar per la vàlvula d'expansió. Aquí el refrigerant passa d'alta a baixa pressió. D'aquesta manera es torna al mateix punt de partida.

Cal adonar-se que el circuit frigorífic es divideix en dues parts clarament definides, una zona d'alta pressió i una altra de baixa. El compressor i la vàlvula d'expansió delimiten la divisió d'ambdós costats.

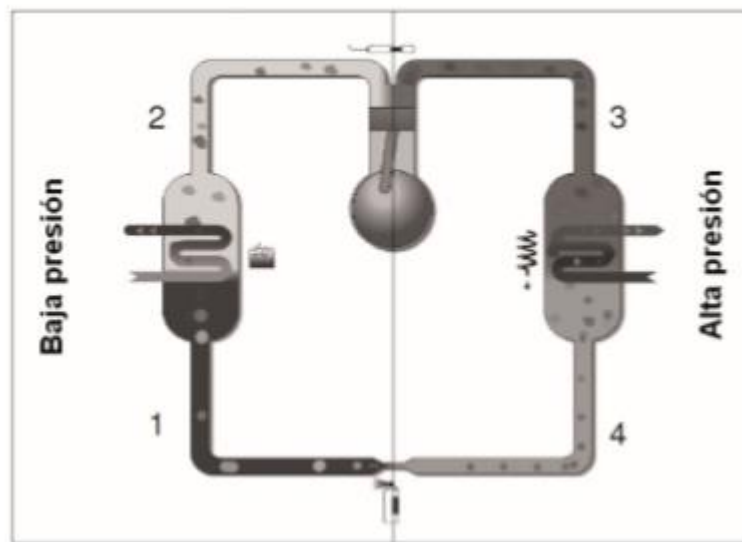


Figura 8.2.2 Baixa i alta pressió (Font: [11])

Sempre que es posa en funcionament el cicle, a la condensadora es cedeix calor, és a dir s'escalfa i en l'evaporadora s'absorbeix calor, és a dir es refreda. Depenent d'on estiguin situats els dos elements la bomba de calor refredarà o escalfarà l'habitatge.

	Unitat exterior	Unitat interior
Mode calefacció	Evaporador	Condensadora
Mode refrigeració	Condensadora	Evaporador

Taula 8.2.1 Modes de funcionament (Font: Elaboració pròpia)

Òbviament els intercanviadors estan instal·lats sempre al mateix lloc (interior o exterior), per commutar entre els dos serveis, calefacció o fred, canviarem la funció de tots dos intercanviadors.

Per invertir la funció dels intercanviadors de calor fem que el fluid refrigerant circuli en sentit contrari en part del circuit. Una vàlvula de quatre vies permet aquesta funció.

En mode calefacció (Hivern):

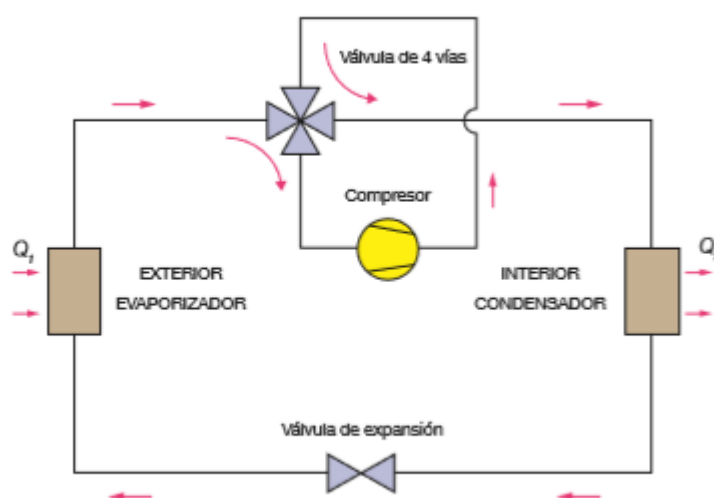


Figura 8.2.3 Mode calor (Font: [11])

En mode fred (Estiu):

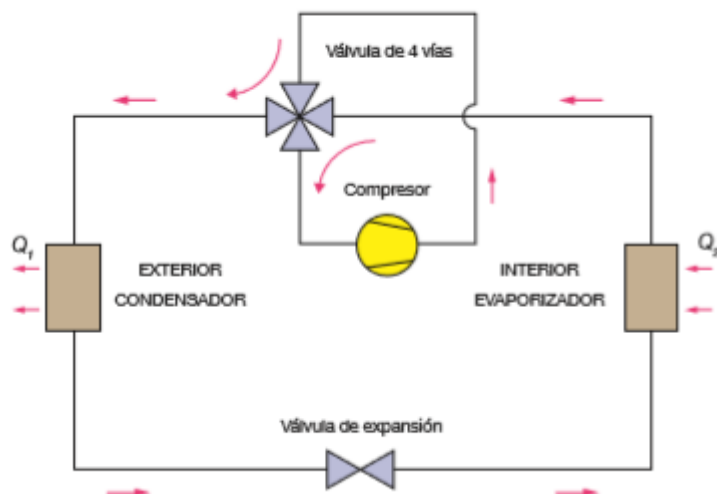


Figura 8.2.4 Mode fred(Font: [11])

Tot i que les bombes de calor tenen aquesta doble aplicació fred / calor, en aquest apartat només es parlarà de l'apartat de calefacció ja que per al fred només seria invertir la bomba i per l'ACS en principi serà el mateix funcionament que per a la calefacció.

8.3. Diagrama Mollier

La descripció del diagrama frigorífic de l'apartat anterior ha permès entendre el funcionament de la bomba de calor, però no ens ha servit per a justificar el balanç energètic que han de tenir aquestes màquines. Per poder descriure, i avaluar des d'un punt de vista energètic una bomba de calor s'ha de recórrer al diagrama de Mollier. El diagrama de Mollier és un diagrama de pressió / entalpia. En ell, trobem en l'eix vertical la pressió del refrigerant en cada punt del circuit. A l'eix horitzontal tenim l'entalpia del refrigerant. L'entalpia és una mesura de la quantitat d'energia continguda en el refrigerant en cada moment. Finalment, hi ha una línia en la gràfica, amb forma de corba que delimita les zones on el refrigerant està en estat líquid, gasós o barreja de tots dos. A la dreta de la cúpula el refrigerant està sempre en estat gasós, a l'esquerra sempre en estat líquid. En els punts dins del corba el refrigerant està en una situació intermèdia, barreja de gas i líquid.

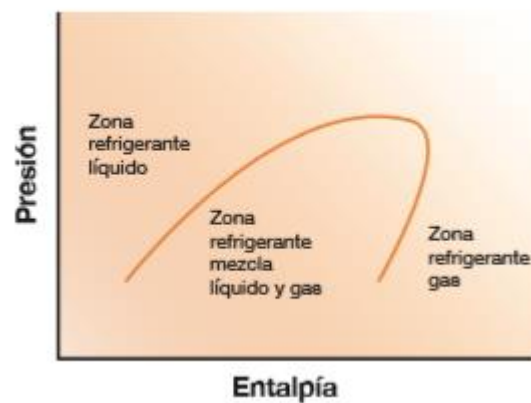


Figura 8.3.1 Diagrama de Mollier (Font: [11])

Si situem els punts de la descripció del cicle frigorífic de l'apartat anterior en el diagrama de Mollier, ens trobem el següent:

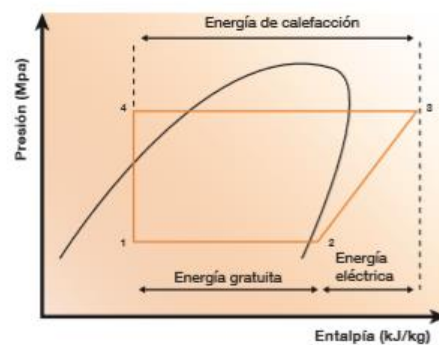


Figura 8.3.2 Diagrama de Mollier (Font: [11])

En aquest diagrama es pot observar el mateix cicle que ja s'ha descrit a l'apartat anterior. A més de l'estat del refrigerant i de la pressió en cada moment, també es pot observar l'entalpia.

Des d'un punt de vista més científic es pot dir que l'entalpia és una propietat termodinàmica de les substàncies definida com:

$$H = U + P \cdot V$$

És la suma de l'energia interna (U) més el producte de la pressió exterior pel seu volum ($P \cdot V$). Amb paraules més senzilles, l'entalpia és la quantitat d'energia calorífica continguda en una substància.

La variació de l'entalpia entre dos punts diferents del cicle de la bomba de calor ens indica la quantitat de calor intercanviada en aquesta part del circuit.

Suposem que la bomba de calor està funcionant en mode acció. És a dir, la unitat exterior és l'evaporador i la unitat interior és el condensador.

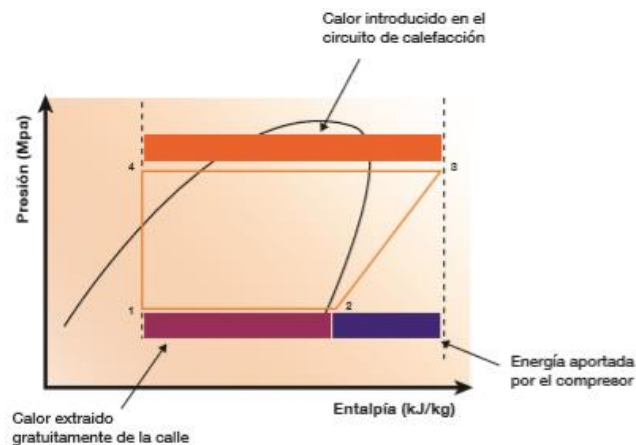


Figura 8.3.3 Diagrama de Mollier- Calor extreta i introduïda (Font: [11])

8.4. Balança energètic

El paràmetre que ens permet definir l'eficiència en el cicle de calefacció de la bomba de calor és el coeficient de rendiment COP (Coefficient Of Performance):

$$COP = \frac{\text{Calor aportada a la calefacció}}{\text{Energia consumida per el compressor}}$$

Gràficament el diagrama de Mollier ens demostra que la bomba de calor és capaç d'aportar més energia tèrmica a la calefacció que energia elèctrica consumeix el seu compressor. Com ja vam

indicar en la primera part del text, una bomba de calor amb un COP de 4 és capaç d'aportar a la calefacció de l'habitatge 4 vegades més calor que energia consumeix.

Les condicions de temperatura de la unitat exterior (evaporador) i de la unitat interior (condensador) determinen la forma del diagrama de Mollier i per tant també condicionen el COP de la bomba de calor.

Si suposem que la temperatura a l'exterior descendeix, la pressió de treball de l'evaporador també baixarà, això fa que el diagrama de Mollier s'estiri cap avall.

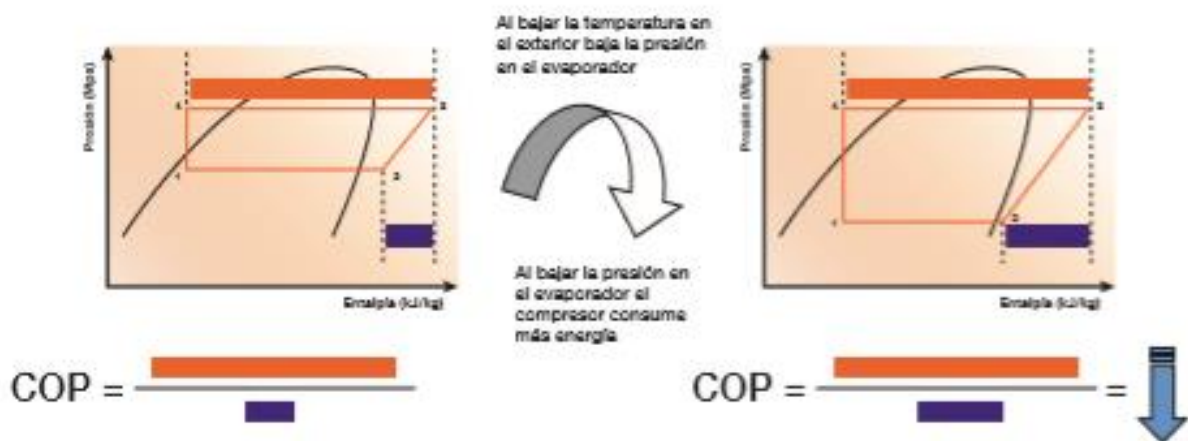


Figura 8.4.1 Diagrama de Mollier – COP (Font: [11])

És a dir, en disminuir la temperatura exterior, el COP de la bomba de calor en calefacció és més baix.

Un raonament semblant es pot fer per a la temperatura del condensador (unitat interior). En aquest cas com més alta és la temperatura del circuit de calefacció, més alta és la pressió del condensador i per tant més baix és el COP de la bomba de calor.

Si dibuixem en una gràfica el COP de qualsevol màquina respecte la temperatura exterior, donada una determinada temperatura del circuit de calefacció, observem clarament com aquest disminueix en fer-ho la temperatura exterior.

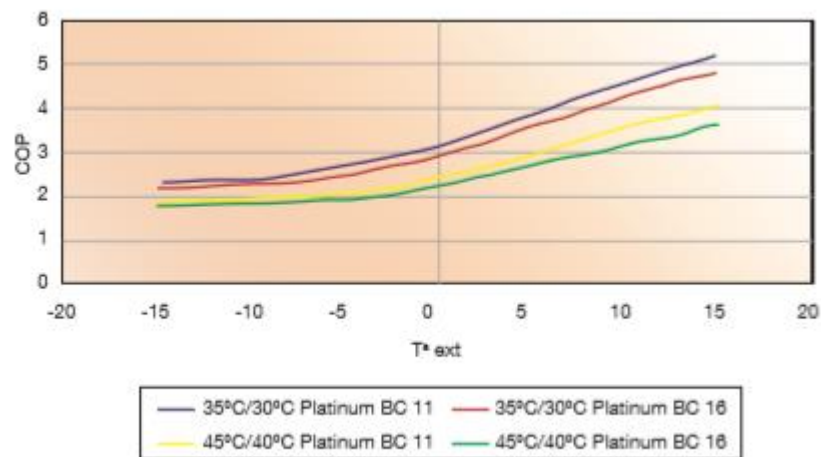


Figura 8.4.2 COP en funció de la temperatura exterior (Font: [11])

També podem veure a la gràfica, com les corbes de COP per a una temperatura del circuit de calefacció superior, estan més avall.

La norma EN 14.511-2 ens indica que el COP nominal de les bombes de calor s'ha de definir per + 7°C de temperatura exterior i per + 35°C al circuit de calefacció.

En mode fred, és a dir a l'estiu, el raonament anterior és similar. En aquest cas el paràmetre que defineix l'eficiència és l'índex d'eficiència energètica EER (Energy Efficiency Ratio). En aquest cas l'energia útil que ens interessa és la que intercanvia l'evaporador, que és el que extreu la calor de l'habitatge a l'estiu.

$$EER = \frac{\text{Fred aportat a la vivenda}}{\text{Energia consumida pel compressor}}$$

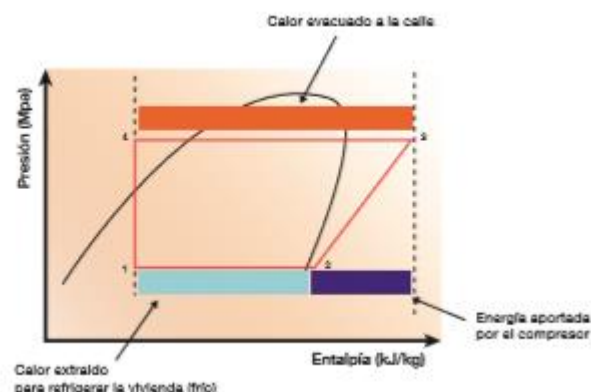


Figura 8.4.3 Diagrama Mollier – EER (Font: [11])

De la mateixa manera que abans, les condicions de temperatura de l'evaporador i del condensador determinen l'eficiència de la bomba. Com més gran és la temperatura del condensador (unitat exterior en mode fred), més gran és la pressió que ha d'assolir el compressor i més gran és el seu consum, reduint l'eficiència de l'equip.

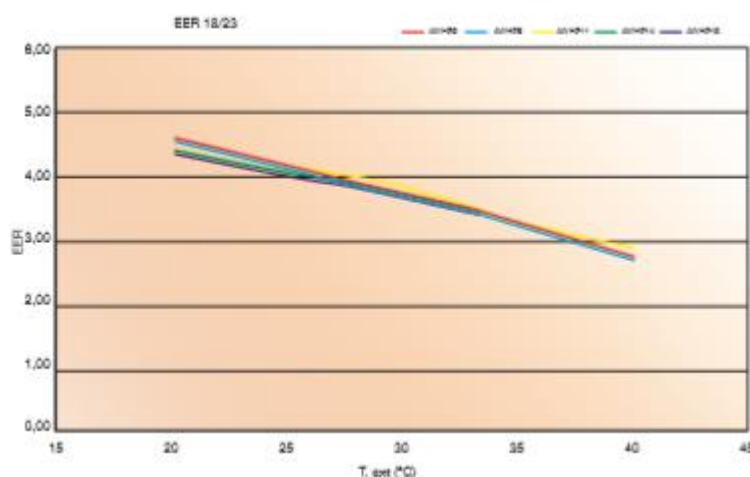


Figura 8.4.4 EER en funció de la temperatura exterior (Font: [11])

En aquest cas la norma EN 14511-2 ens indica que el valor nominal de l'EER s'ha d'indicar per a una temperatura exterior de +35°C i una temperatura d'impulsió al sistema de refrigeració de +18°C.

El coeficient de rendiment COP i l'índex d'eficiència energètica EER definits en els apartats anteriors fan referència al balanç energètic de la bomba de calor en unes condicions determinades i instantànies. Es tracta d'una anàlisi d'una situació concreta i efímera.

Quan el que volem és fer un balanç energètic durant tota una temporada de calefacció o de refrigeració hem d'utilitzar el coeficient de rendiment estacional SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance) i l'índex d'eficiència energètica estacional SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio).

El SCOP es defineix com:

Rendiment estacional en mode calor es calcula com la demanda energètica de calefacció per a tot el període de calefacció dividida per l'energia elèctrica absorbida durant el mateix període, ambdues en kWh / any.

El SEER es defineix com:

Rendiment estacional en mode fred es calcula com la demanda energètica de refrigeració per a tot el període de refrigeració dividida per l'energia elèctrica absorbida durant el mateix període, ambdues en kWh / any

8.5. Emplaçament de la bomba de calor

Una de les primeres accions a l'hora d'instal·lar una bomba de calor és triar el emplaçament de les unitats exterior i interior.

Unitat exterior:

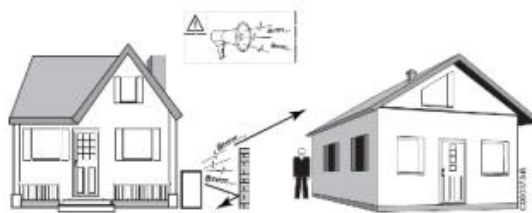


Figura 8.5.1 Evitar sorolls (Font: [8])

El soroll generat per aquesta unitat és molt direccional pel que hem de tenir en compte tant el lloc escollit com l'orientació de l'equip.

És convenient escollir un emplaçament protegit dels vents predominants.

S'ha d'assegurar una circulació d'aire correcta, per tant l'aire que mou el seu ventilador ha de tenir espai per entrar per darrere, sortir per davant i no ser absorbit de nou amb l'entrada, és a dir no s'ha

de realimentar l'aire de l'entrada amb el de la sortida. Això s'aconsegueix respectant les distàncies de la unitat exterior pel que fa a murs i parets.

Per exemple, en les instruccions tècniques de la bomba de calor que s'estudiarà trobem les següents gràfiques indicatives.

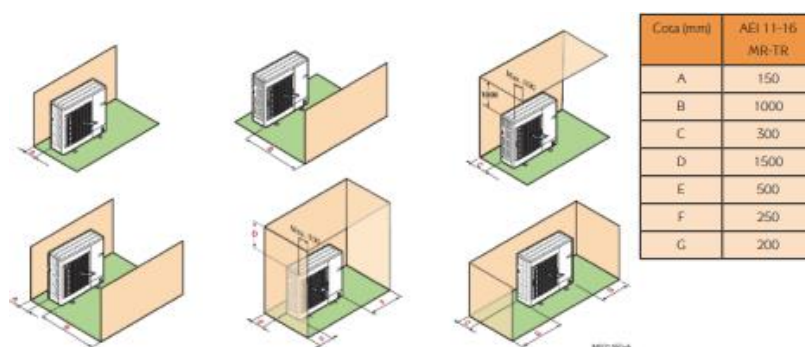


Figura 8.5.2 Instruccions tècniques (Font: [8])

El suport s'ha de fer sobre una estructura sòlida que suporti el seu pes i de manera que es puguin evacuar els condensats que es produeixen quan treballa en mode calefacció.

Unitat interior:

La seva ubicació física només requereix l'elecció de un lloc protegit de les gelades. En aquesta unitat la condensació es produeix quan treballa en mode fred usant equips d'aire.

8.6. Instal·lació elèctrica i hidràulica

8.6.1. Instal·lació elèctrica

La connexió elèctrica de la bomba de calor ha de ser independent de la instal·lació elèctrica domèstica de la resta de la casa.

Ha de tenir per tant el seu propi interruptor de control de potència i el seu interruptor diferencial.

Tot i que no és imprescindible, sí que és recomanable instal·lar un PIA diferent per a les unitats exterior i interior.

Els valors dels sistemes de protecció així com dels diàmetres dels cables venen determinats per la potència elèctrica de la bomba de calor i més en concret de les potències elèctriques de cadascuna de les unitats.

8.6.2. Instal·lació hidràulica

La instal·lació hidràulica i el control associat a aquesta instal·lació dependrà tant de la tipologia de la bomba de calor utilitzada com del sistema d'emissió de calor triat.

Es dividirà el tema en tres apartats: Equips compactes d'ACS amb bomba de calor, bombes de calor a instal·lació nova i bomba de calor en instal·lació existent.

Sistemes compactes d'ACS amb bomba de calor:

Conceptualment són dipòsits acumuladors que són escalfats per una bomba de calor.

Són aparells amb un gas refrigerant que els permet assolir elevades temperatures de acumulació, uns 65°C, amb un COP mitjà superior al 3,7.

Són equips d'interior ja que l'aire de la bomba de calor no ha de descendir de valors que rondin els 7°C.

És una solució que proporciona gran quantitat d'aigua amb un baix consum.

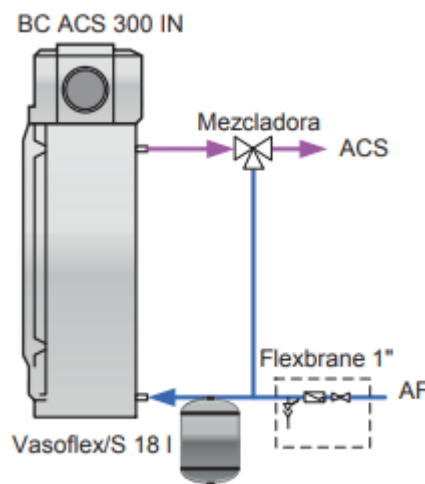


Figura 8.6.2.1 Esquema bomba de calor per ACS (Font: [8])

Bomba de Calor a instal·lació nova:

Des del punt de vista hidràulic, la instal·lació d'una bomba de calor ha de complir les següents condicions:

- a.- Sistema d'emissió dissenyat per treballar a baixa temperatura. Es podria treballar en alta temperatura però utilitzant algun sistema de suport (elèctric, caldera).
- b.- Hem d'assegurar un cabal mínim al circuit primari. La missió és assegurar que l'energia produïda per la bomba de calor surti de la unitat interior.
- c.- Hem de tenir un volum mínim d'aigua al circuit primari. La raó és tenir suficient volum en instal·lació per tenir on enviar l'energia generada. Aquest volum és petit, al voltant de 3 litres per kW instal·lat. Uns 50 litres per a una unitat de 16kW.

Es mostren alguns exemples d'instal·lació que permetin veure solucions a aquestes condicions hidràuliques.

- a.- Bomba de calor a una instal·lació de terra radiant per a calefacció i terra refrescant.

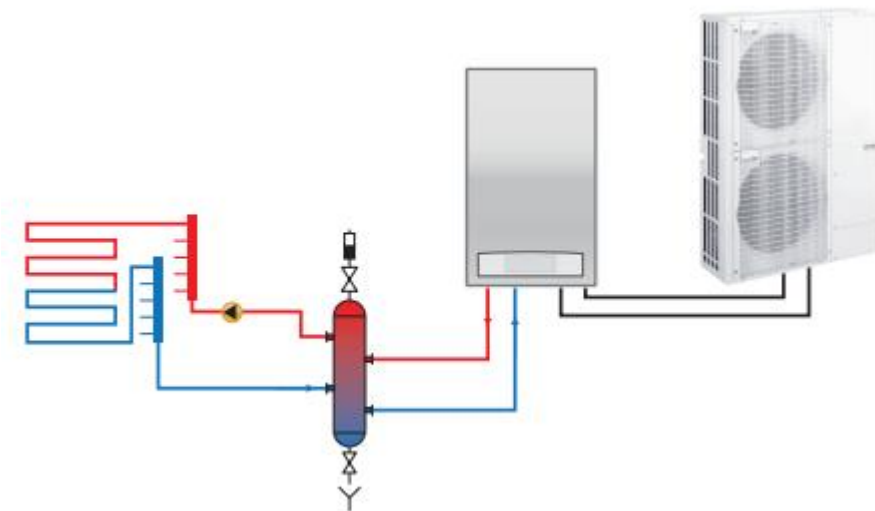


Figura 8.6.2.2 Esquema bomba de calor per a terra radiant (Font: [8])

El terra radiant satisfà la condició de treballar a baixa temperatura tot i que, és una instal·lació molt zonificada cosa que no afavoreix a les condicions de cabal.

El separador hidràulic (ampolla d'equilibri) soluciona aquesta qüestions ja que permet utilitzar el circulador més adequat al cabal i la pèrdua de càrrega de la instal·lació de terra radiant.

El concepte de terra refrescant s'ha de prendre com l'ús de la instal·lació de calefacció per terra radiant per refrescar l'ambient a l'estiu enviant a la instal·lació aigua a una temperatura no inferior a 19°C o 20°C; fins i tot 21°C en zones molt humides.

b.- Bomba de calor a una instal·lació d'ACS i terra radiant per a calefacció i terra refrescant

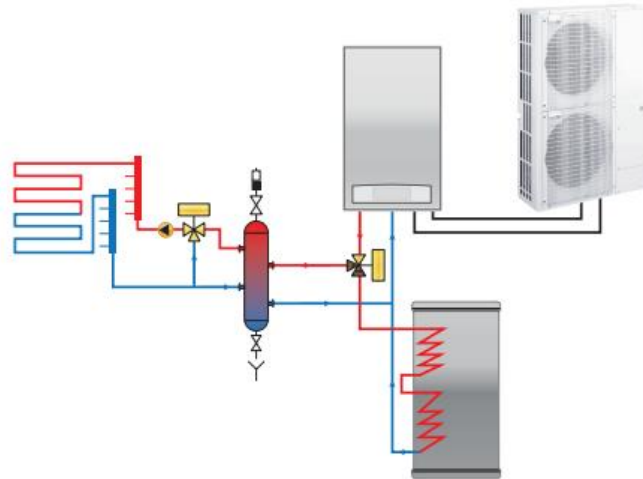


Figura 8.6.2.3 Esquema bomba de calor per a terra radiant i ACS (Font: [8])

Aquesta és una instal·lació que dona servei tant de calefacció, fred i ACS. Per a la part de calefacció i fred ens remetem l'apartat anterior

Pel que fa al ACS s'ha utilitzat un dipòsit solar de doble serpentí en lloc d'un estàndard per augmentar el volum d'aigua del primari quan la vàlvula de 3 vies està en posició ACS.

Un concepte addicional pel que fa al ACS és el de triar un dipòsit una mica sobredimensionat pel que fa a volum ja que s'acumularà per sota de 60°C i a més s'intentarà reduir al mínim el nombre de vegades que la bomba de calor treballa per l'ACS. La millor opció seria que amb una sola càrrega tinguéssim aigua per a les necessitats diàries.

8.7. El terra radiant

8.7.1. Introducció

Els sistemes de climatització (calefacció) per terra radiant constitueixen una tecnologia innovadora, de la qual es pot destacar la seva millora de rendiment i el nul·l impacte visual.

La millora del rendiment s'aconsegueix a causa de que el terra radiant no treballa a temperatures tan elevades com els sistemes clàssics, produint una millora en el rendiment de la caldera, o altre sistema de generació de calor, que repercuteix en estalvis econòmics en la factura de combustible, així com la corresponent reducció en les emissions de CO₂ per aconseguir el mateix nivell de confort.

Un altre punt clau en la instal·lació d'aquest sistema és la component estètica. A l'efecte de decoració d'interiors, es multipliquen les possibilitats en eliminar elements i guanyar espai en les estades per decorar i ocupar.

8.7.2. Principi de funcionament

El principi bàsic del sistema de calefacció i refrigeració mitjançant superfícies radiants, consisteix en la impulsió d'aigua a mitja temperatura (al voltant dels 40°C a l'hivern i als 18°C a l'estiu) a través de circuits de canonades plàstiques fabricades principalment en polietilè.

Cal destacar l'existència als terres refrescants, de l'inconvenient que aquests comporten, a una zona on l'humitat es alta degut a la proximitat que hi ha al mar (el cas del nostre estudi a Cerdanyola), es que es poden produir condensacions fàcilment a l'estiu, pel que es recomana no fer-ne ús a zones costeres o zones d'humitat alta. Es per aquesta raó que la refrigeració serà estudiada posteriorment amb l'utilització de fancoils per conductes.

Aquests circuits es suporten sobre un aïllant tèrmic i queden recoberts per una capa de morter de ciment, que els recobreix i sobre la qual es col·loca el paviment final, el qual podrà ser de tipus ceràmic, pedra, fusta o altres.

Es fa circular aigua de manera que la calor és cedeix a l'ambient a través de la capa de morter i del paviment, mitjançant radiació, conducció i en menor grau convecció natural.

Els principals avantatges d'aquest tipus de sistemes:

- Millora del confort tèrmic.
- Menor necessitat d'energia.
- Reducció de les emissions de CO₂.
- Millora de la certificació energètica.
- Homogeneïtat de temperatura.
- Absència de corrents d'aire.
- No es genera pols
- Més espai útil en l'habitatge.
- Llibertat de decoració.

8.7.3. Confort

Els sistemes de climatització radiant a baixa temperatura, són els sistemes que millor s'ajusten a l'emissió de calor del cos humà per radiació, convecció i conducció.

Es considera que l'intercanvi ideal d'energia entre l'ésser humà i l'entorn que l'envolta suposaria:

- 50% per radiació
- 30% evaporació
- 15% convecció
- 5% conducció

És per això que sembla evident pensar que per aconseguir la major influència del sistema de climatització sobre les condicions de confort he de emprar a un sistema radiant donat que és la forma en què l'ésser humà intercanvia un major percentatge d'energia.

8.7.4. Compatibilitat amb les energies renovables i absència de sorolls

La moderada temperatura que es necessita que tingui l'aigua que circula en un sistema de terra radiant, (35-45°C) fa que aquest sigui compatible amb qualsevol font d'energia procedent de la combustió de derivats del petroli o gas natural o energia renovables, com a biomassa, solar, aerotermia, etc.

Els sistemes radiants es caracteritzen per no generar sorolls molestos que tenen efectes negatius en la comunicació i el confort de la persones.

El conjunt planxa aïllant i morter de ciment es comporta com un terra flotant, aportant al conjunt del forjat una reducció del soroll, per tant el sistema de terra radiant pot ajudar a complir amb les exigències del DB-HR del CTE pel que fa a reducció de soroll en l'edificació.

8.7.5. Components del terra radiant

El funcionament consisteix en que el morter absorbeix la calor dissipada per les canonades i el transmet al paviment superior i a la vegada, emet aquesta energia cap a les parets i sostres de l'habitació mitjançant radiació principalment i en petita proporció mitjançant convecció natural.

El mètode constructiu d'un sistema de terra radiant es basa en la instal·lació dels següents materials:

1. Film antivapor

El film és un full de PE que actua de barrera davant les humitats que poden filtrar-se per capil·laritat mitjançant el forjat. S'utilitza en plantes baixes o locals en contacte amb el terreny etc.

2. La cinta o sòcol perimetral

Aquest component, absorbeix les dilatacions del morter i evita pèrdues de calor. Es col·loca en tot el perímetre de la zona calefactada.

Pot anar grapada o amb banda autoadhesiva. A més porta un full de PE que ha de col·locar-se per sobre de la planxa per evitar posteriorment quan s'aboqui el morter, que es puguin crear ponts tèrmics amb el forjat.

3. Planxa aïllant

La planxa suporta els circuits de canonades i evita en funció de la seva resistència tèrmica la transmissió de la calor al sostre. Com major és la resistència tèrmica major qualitat aïllant té la planxa. Aquesta dada tècnica depèn del gruix equivalent, i de la conductivitat del material. La capacitat aïllant de la planxa influeix posteriorment en el càlcul i en la temperatura d'impulsió als circuits, de manera que un bon aïllant suposa posteriorment un estalvi al poder baixar la temperatura d'impulsió.

El panell és un dels components més importants juntament amb la canonada d'un terra radiant. El material més emprat en la seva fabricació és el poliestirè expandit. En quant a la tipologia de les planxes n'hi ha de tetons o llises.



Figura 8.7.5.1 Planxa aïllant (Font: [10])

4. Canonada

Les canonades de terra radiant són plàstiques i es caracteritzen en general perquè no es veuen afectades pels additius del formigó, tenen poca força de dilatació i fricció, no es veuen afectades per l'erosió ni corrosió i són molt flexibles a l'hora d'instal·lar i dissenyar els circuits.

El tub dels circuits i també entre el generador i el col·lector han de tenir barrera antidifusió d'oxigen d'acord amb la UNE EN 1264. Els tubs més emprats són el PEX (polietilè reticulat), el multicapa i en menor mesura el polibutilè, i els diàmetres exteriors varien, sent els més habituals en terres els de 16 i 20 mm, tot i que existeixen tubs de menor diàmetre per a aplicacions especials. A l'hora d'instal·lar, s'empren rotllos de diferents mides. Els més emprats varien en un rang entre 200 i 400 metres.

5. Junes de dilatació i funda aïllant

Quan les superfícies a calefactar són superiors a 40 m² o irregulars, el sòcol perimetral no és suficient per a absorbir les dilatacions del morter. En aquests casos s'ha de col·locar una junta de dilatació com indica la normativa, i també és recomanable posar en els passos de portes de zones independitzades on el morter pot treballar a diferents temperatures.

6. Col·lectors

Els col·lectors poden ser de llautó, o materials plàstics com la poliamida o la polisulfona. En funció de l'aplicació que es consideri ja sigui només calefacció o calefacció i refrigeracions és habitual l'ús de col·lectors amb detentors i cabalímetres.

Pel que fa a la seva secció el més emprat és el col·lector d'1 "normalment limitat a un cabal determinat i a un nombre de circuits, encara que existeixen d'1 ¼ "fins i tot de major secció per aplicacions industrials.

7. Armaris

Els armaris que guarden els col·lectors solen ser de làmina de acer i van equipats amb els suports adequats per a la subjecció del col·lector. El més habitual és muntar-los en zones centrades de l'habitatge i on tingui menys impacte visual, tot i que van envernissats i lacats adequadament. Generalment se situen a 40 cm del terra acabat.

8. Morter

El morter és el component emissor final del sòl radiant. Abans de seu abocament, s'ha de realitzar una prova de pressió que estableix la UNE EN 1264 per revisar que no hi ha cap fuga abans de tancar els circuits. Es realitza com a mínim a 6 bar (UNE EN 1264) considerant també les indicacions del fabricant pel que fa al valor màxim de la pressió.

En funció del tipus de morter, el temps d'enduriment és variable, però convé no accelerar el seu assecat per evitar deshidratacions que poden donar lloc a pèrdues de capacitat portant del morter i

la seva posterior fractura per corbament. Si es vol accelerar l'assecat del morter s'ha de consultar amb el fabricant.

8.7.6. Avantatges d'utilitzar-lo amb un sistema aerotèrmic

La aerotermia és una tecnologia basada en l'ús de bombes de calor. Les bombes de calor resulten molt interessants perquè són capaces de transportar més calor que l'energia elèctrica que consumeixen. No són generadors de calor, només el transporten.

Per això, aparentment, tenen un rendiment superior a la unitat. Aquests equips tenen diverses qüestions a tenir en compte quan es s'utilitzen juntament amb sistemes de sòl radiant:

- Les bombes de calor solen tenir una temperatura d'impulsió màxima d'uns 60°C. Això es deu a una limitació tecnològica deguda als refrigerants que actualment s'utilitzen. Temperatures superiors suposarien pressions massa altes en el circuit del condensador.
- Les bombes de calor treballen amb salts tèrmics baixos i cabals alts.
- Les bombes de calor solen ser reversibles, de manera que poden donar calefacció a l'hivern i refrigeració a l'estiu.

Aquestes tres característiques fan que el terra radiant sigui un emissor perfectament adaptat als requeriments de les bombes de calor. El terra radiant és un emissor de baixa temperatura, que treballa amb grans cabals i sota salt tèrmic i que a més pot funcionar com a sistema de refrigeració.

Els esquemes amb bomba de calor per terra radiant no solen necessitar vàlvula mescladora. La bomba de calor genera directament a la temperatura necessària per al terra radiant.

8.7.7. Càlcul de la calefacció per terra radiant

Demanda de calefacció de la vivenda:

La vivenda estudiada com ja s'ha comentat amb anterioritat es tracta d'una casa unifamiliar de dues plantes, les quals es divideixen en una primera planta baixa on es troben la gran majoria d'estàncies i una planta altell on es troba l'estudi.

En funció de la tipologia de la estança de la casa la demanda per m² variarà degut a les necessitats de cada estança, per exemple el menjador necessitarà un demanda més gran que no pas el safareig ja que l'ús que se'n fa d'ell es molt diferent.

Es té en compte la pitjor de les condicions a la hora de fer el càlcul de demandes de la vivenda, per tant les demandes estudiades venen donades per la temperatura mínima exterior a Cerdanyola que

és de 2°C segons la UNE 94003.A la vegada la temperatura de confort desitjada per la vivenda es marca en 20°C.

Tipologia vivenda	Unifamiliar
Població	Cerdanyola del Vallès
Província	Barcelona
Temperatura Confort	20
Tª mínima exterior	2
Aïllament	Vivenda nova
Emissor de calefacció	Terra radiant

Taula 8.7.1.1 Descripció de la vivenda (Font: Elaboració pròpia)

Per tant per una temperatura exterior de 2°C les demandes son les següents:

Demanda Tèrmica Mitja	27,3	[W/m3]
Menjador / Sala d'estar	34,55	[W/m3]
Dormitori / Vestidor	30,84	[W/m3]
Cuina/ Safareig	23,13	[W/m3]
Bany / Lavabo	29,30	[W/m3]
Pas / Rebedor	18,57	[W/m3]

Taula 8.7.1.2 Demandes tèrmiques de calefacció (Font: Elaboració pròpia)

Al tractar-se d'una vivenda nova, es consideren que els aïllaments de la casa son moderns pel que es pot considerar que els aïllaments es poden trobar entre un 0.1-0.5 del total la demanda.

En el cas que s'estudia es considerarà la pitjor de les condicions dintre de les vivendes de nova construcció pel que es considerarà un factor del 0.5.

La demanda serà:

$$\text{Potència} = \text{Superfície} * \text{Altura} * \text{Demanda} * \text{Aïllament}$$

Descripció	Superfície	Altura	Volum	Demanda	Aïllament	Potència
	[m2]	[m]	[m3]	[W/m3]	[factor]	[W]
Bany 1	4,29	3,00	12,87	29,30	0,5	189
Bany 2	4,25	3,00	12,75	29,30	0,5	187
Cuina	17,88	3,00	53,64	23,13	0,5	620
Distribuïdor	5,58	2,44	13,62	18,57	0,5	126
Escala PB	5,48	2,44	13,37	18,57	0,5	112
Estar Menjador	26,3	3,00	78,90	34,55	0,5	1.363
Habitació 1	16,53	3,00	49,59	30,84	0,5	841
Habitació 2	10,47	3,00	31,41	30,84	0,5	484
Habitació 3	9,66	3,00	28,98	30,84	0,5	447
Habitació 4	7,51	3,00	22,53	30,84	0,5	347
Rebedor	6,33	2,44	15,45	18,57	0,5	129
Safareig	2,29	2,44	5,59	23,13	0,5	58
Estudi	21,65	2,44	52,83	30,84	0,5	896

Taula 8.7.1.3 Potències incloent aïllaments (Font: Elaboració pròpia)

Un cop estudiades les demandes pel que fa a la superfície, també s'ha de considerar les parets que tenen contacte amb l'exterior i les renovacions d'aire en les estances més importants.

Parets exteriors: Els paràmetres estan en funció de les finestres que hi ha a la paret, si no hi ha cap finestra exterior, la demanda es veurà reduïda al seu 90%, en canvi si existeix alguna paret la demanda variarà en funció del nombre de parets exteriors

Parets exteriors	
0	0,9
1	1
2	1,1
3	1,3

Taula 8.7.1.4 Paràmetres en funció de les parets exteriors (Font: Elaboració pròpia)

Renovacions d'aire:

Es calculen només per Menjadors/Sala d'estar i els Dormitoris/Vestidors/Estudis

$$Potència_{renov} = q * 1.2 * 0.24 * \frac{T_{conf} - T_{ext}}{0.86}$$

On:

- $q \rightarrow$ cabal volumètric

Per tant la potencia total ha considerar per el dimensionament de la calefacció serà el següent:

$$Potència_{total} = Potencia * Factor_{parets} + Potència_{renov}$$

Finalment s'obté aquesta taula:

Descripció	Volum	Demanda	Aïllament	Parets exteriors		Renovacions d'aire		
	[m3]	[W/m3]	[factor]	[factor]		nº persones	Potència ren. aire[W]	Potència tot. [W]
Bany 1	12,87	29,30	0,5	0	0,9	0	0,00	170
Bany 2	12,75	29,30	0,5	1	1	0	0,00	187
Cuina	53,64	23,13	0,5	1	1	0	0,00	620
Distribuïdor	13,62	18,57	0,5	1	1	0	0,00	126
Escala PB	13,37	18,57	0,5	0	0,9	0	0,00	112
Estar Menjador	78,90	34,55	0,5	1	1	6	390,61	1.753
Habitació 1	49,59	30,84	0,5	2	1,1	2	217,00	1.058
Habitació 2	31,41	30,84	0,5	1	1	1	108,50	593
Habitació 3	28,98	30,84	0,5	1	1	1	108,50	555
Habitació 4	22,53	30,84	0,5	1	1	1	108,50	456
Rebedor	15,45	18,57	0,5	0	0,9	0	0,00	129
Safareig	5,59	23,13	0,5	0	0,9	0	0,00	58
Estudi	52,83	30,84	0,5	2	1,1	4	434,01	1.330

Taula 8.7.1.5 Recull de potència final (Font: Elaboració pròpia)

La potència total és:

	Nº estàncies	Superfície (m2)	Potència (W)
Total	13	138,22	7.149

Taula 8.7.1.6 Potència final (Font: Elaboració pròpia)

Un cop calculades les demandes, ja es pot dimensionar el terra radiant

Abans de fer el càlculs pertinents es consideraran una sèrie d'aspectes:

Tipus de panell aïllant	SR TFP 20	
Espessor del morter	4	cm
Tipus de tub	PE-X con B.A.O. 16 x 1,5 (500m)	
Pas	15	cm
Tipus de paviment	Ceràmica (màx 10 mm)	
Temperatura d'impulsió	35,09	°C
Longitud màxima per el càlcul	100	m
Pèrdua de carga màxima admissible	2.500	mmca
Tipus de col·lector	Col·lector premuntat	

Taula 8.7.1.7 Característiques del terra radiant (Font: Elaboració pròpia)

- El panell aïllat seleccionat es el SR TFP 20 amb una resistència tèrmica de $0.75\text{m}^2\text{K/W}$.
- El tipus de tub emprat es el PE-X de 16mm de diàmetre i 1.5 d'espessor
- El paviment on s'instal·larà serà de ceràmica
- La longitud màxima admesa per un circuit de terra radiant s'estima en 100m
- La pèrdua de càrrega màxima recomanada pel fabricant es de 2500mmca
- El col·lector més eficient i recomanat si el terra radiant s'utilitza només per calefacció es el premuntat de llautó.

Així doncs per les potències calculades anteriorment s'obté la següent taula:

Planta	Descripció	Potència	Superfície	Superfície útil	Pas	Distància a col·lector
		[W]	[m²]	[%]	[cm]	[m]
PB	Bany 1	170	4,29	80%	10	5
PB	Bany 2	187	4,25	80%	10	5
PB	Cuina	620	17,88	100%	15	5
PB	Distribuïdor	126	5,58	0%	15	
PB	Escala PB	112	5,48	0%	15	
PB	Estar Menjador	1.753	26,3	100%	15	5
PB	Habitació 1	1.058	16,53	100%	15	5
PB	Habitació 2	593	10,47	100%	15	5
PB	Habitació 3	555	9,66	100%	15	5
PB	Habitació 4	456	7,51	100%	15	5
PB	Rebedor	129	6,33	100%	15	5
PB	Safareig	58	2,29	0%	15	
P1	Estudi	1.330	21,65	100%	15	5

Taula 8.7.1.8 Recull de superfícies útils, pas i distàncies del col·lector (Font: Elaboració pròpia)

Pel que fa a les superfícies es considera 80% als banys ja que sota de les dutxes o banyeres no hi passarà el terra radiant, aquelles superfícies on hi figura un 0% son aquelles dependències on els tubs de terra radiant ja hi passaran per poder arribar a dependències mes grans (distribuïdors, passadissos o rebedors).

Les distàncies al col·lector s'ha considerat la distància mitja entre col·lector i les estàncies, i serà aproximadament de 5m.

El nombre de circuits necessaris en cada estància serà:

$$Num_{circuits} = \frac{\frac{Superficie * Superficie_{útil}}{\frac{Pas(cm)}{100}}}{Longitud_{maxtub} - 2 * Distancia_{colector}}$$

En el cas del bany 1:

$$Num_{superficie} = \frac{4.29 * \frac{0.8}{\frac{10}{100}}}{100 - 2 * 5} = 0.38133 \sim 1 circuit$$

Així doncs la longitud real del tub del circuit per cada dependència serà:

$$Longitud_{realtub} = \frac{\frac{Superficie * Superficie_{útil}}{\frac{Pas(cm)}{100}}}{Num_{circuits}} + Distancia_{colector} * 2$$

Planta	Descripció	Potència	Superfície	Superfície útil	Pas	Distància a col·lector	Col·lector assignat	Número circuits	Longitud real per circuit
		[W]	[m²]	[%]	[cm]	[m]	[nº]		[m]
PB	Bany 1	170	4,29	80%	10	5	1	1	44
PB	Bany 2	187	4,25	80%	10	5	1	1	44
PB	Cuina	620	17,88	100%	15	5	1	2	70
PB	Distribuïdor	126	5,58	0%	15			0	0
PB	Escala PB	112	5,48	0%	15			0	0
PB	Estar Menjador	1.753	26,3	100%	15	5	1	2	98

PB	Habitació 1	1.058	16,53	100%	15	5	1	2	65
PB	Habitació 2	593	10,47	100%	15	5	1	1	80
PB	Habitació 3	555	9,66	100%	15	5	1	1	74
PB	Habitació 4	456	7,51	100%	15	5	1	1	60
PB	Rebedor	129	6,33	100%	15	5	1	1	52
PB	Safareig	58	2,29	0%	15			0	0
P1	Estudi	1.330	21,65	100%	15	5	2	2	82

Taula 8.7.1.9 Assignació de col·lector i, numero de circuits per estància i longitud real del circuit
(Font: Elaboració pròpia)

Els col·lectors que s'empren com a màxim se l'hi poden acoblar 12 circuits. La primera planta curiosament hi hauran 12 circuits i la planta altell només dos els corresponents al estudi.

Pel bon dimensionament de la instal·lació també es necessita calcular el cabal i la pèrdua de càrrega que passa per cada estància.

Aquest es igual a:

$$Cabal_{estància} = Potència * \frac{\frac{0.86}{\Delta t_{calefacció}}}{60}$$

$$Pèrdua càrrega_{estància} = \frac{(Longitud tub_{circuit} * 191.4 * (Cabal_{circuit} * 60)^2)}{Diametre_{interior}^5}$$

$$Diametre_{interior} = Diametre - 2 * Espessor$$

Per tant:

Planta	Descripció	Potència	Longitud real per circuit	Cabal Total per estància	Cabal Total por circuit	Pèrdua de carga circuit
		[W]	[m]	[l/min]	[l/min]	[mmca]
PB	Bany 1	170	44	0,5	0,5	19
PB	Bany 2	187	44	0,5	0,5	23
PB	Cuina	620	70	1,8	0,9	103
PB	Distribuïdor	126	0	0,0	0,0	0
PB	Escala PB	112	0	0,0	0,0	0
PB	Estar Menjador	1.753	98	5,0	2,5	1.149
PB	Habitació 1	1.058	65	3,0	1,5	278
PB	Habitació 2	593	80	1,7	1,7	429
PB	Habitació 3	555	74	1,6	1,6	348
PB	Habitació 4	456	60	1,3	1,3	190
PB	Rebedor	129	52	0,4	0,4	13
PB	Safareig	58	0	0,0	0,0	0
P1	Estudi	1.330	82	3,8	1,9	553

Taula 8.7.1.10 Cabals i pèrdues de càrrega per circuit (Font: Elaboració pròpia)

Un cop calculats tots els a paràmetres importants pel dimensionament, es disposa per calcular si es necessari l'ús d'un circulador:

Planta	Relació de Col·lectors	Número circuits	Cabal [l/h]	Pèrdua carga pitjor circuit [mmca]
PB	1	12	950	1.149
P1	2	2	229	553

Taula 8.7.1.11 Relació de col·lectors, cabals totals i pitjors pèrdues de càrrega (Font: Elaboració pròpia)

Per tant com a material necessari per la instal·lació de terra radiant serà:

1-Panell aïllant model SR TFP 20 en poliestirè expandit a cèl·lula tancada. Estampat amb tetons de 25 mm sobre la base y revestit superficialment amb film plàstic. Conductivitat tèrmica 0,034 W/(m·K), espessor aïllant 20 mm, espessor total 45 mm, espessor equivalent 26 mm.

Característiques:

- Densitat: 25 Kg / m³
- Resistència a la compressió 10%: 150 Kpa.
- Rigidesa dinàmica: 18 MN / m³
- Fonoabsorbència (ΔL_w): 29 dB (llosa 4 cm - 100 Kg / m²)
- Fonoabsorbència (ΔL_w): 30 dB (llosa 5 cm - 120 Kg / m²)
- Resistència Tèrmica: 0,75 (m² • K) / W

$$Superfície_{panell} = Superfície_{casa} * 1.05(\text{un 5\% més de superfície}) = 161.28m^2$$

2. .Tub en polietilè reticulat d'alta densitat PE-Xb 16x1,5. Fabricat d'acord amb la norma 15875 segons el procés de polimerització de l'etilè. Amb barrera contra la difusió d'oxigen segons DIN 4726. Permeabilitat a 40 °C <0,01 mg / (m² • dia). Garantia de durabilitat davant temperatures i pressions elevades. Color: Vermell. Confecció: rotllo 500 m.

$$Tub_{polietilè}(\text{multiple de } 500) = \text{Suma producte}(\text{Numero circuit} * \text{Longitud real}) \\ = 1000m$$

3. Banda perimetral autoadhesiva en polietilè expandit, preparada per absorbir les dilatacions del paviment cap a les parets. Proporciona aïllament termo-acústic al local. Dotada de banda adhesiva per una banda i faldó de protecció en polietilè en el costat oposat.

- Gruix de banda: 8 mm.
- Alçada de banda: 150 mm.
- Confecció: rotllo 50 mts.

$$Banda \text{ perimetral} = \text{Suma de perimetres de la vivenda}$$

4. Aditiu termofluidificant per morter. Fluidificant i plastificant del morter que li confereix a la massa un estat de retard a l'assecat natural del mateix. Confereix major uniformitat i compactació a la massa del morter. Millora les característiques mecàniques i la conductivitat tèrmica.

- Concentració recomanada: 1-1,5% del pes del ciment.
- Confecció: Bidó de 10 litres.

$$Aditiu \text{ termofluidificant}(\text{Nombre enter}) = 0.012 * Superfície_{panell} \\ = 0.012 * 161.28 = 2$$

5. Curva Guia en material plàstic per a tub PEX 16 mm. Amb funció de subjectar verticalment els tubs a la sortida dels col·lectors. Corba oberta amb protecció a impactes.

$$Curva \text{ guia} = Num_{circuits} * 2 = 2 * 14 = 28 \text{ unitats}$$

6. Armari Estàndard 110 construït en acer electrogalvanitzat. Dotat de guies per a la subjecció del suport estàndard per a col·lectors de llautó, forats premarcats per a les entrades laterals d'escomeses. Ample 400 mm, alt 460 mm i profund 110 mm. Preparat per contenir col·lectors fins a 3 circuits. Inclou tancament amb clau. Marc i porta en acer pintat en blanc.

Col·lector de 2 i 12 circuits amb diàmetre Ø 1" en llautó per a la distribució dels tubs Ø 16 i Ø 20 mm. Col·lector d'impulsió compost de cabalímetres (0,5 l / min - 5 l / min) amb detentors de regulació amb memòria hidràulica per a cada circuit, que permet fixar i mantenir la posició de taratge. Col·lector de retorn amb vàlvules micromètriques adaptables a capçals electrotèrmics. Suports amb gomes anti-vibració, desplaçats per facilitar la connexió dels tubs (previstos per armari estàndard 110). joc d'etiquetes autoadhesives per a la identificació dels locals. Temperatura màxima 90º C a 3 bar. Pressió màxima 10 bar. Confecció: per unitat.

8.8. Els fancoils

Un cop enllestida la calefacció ,ens centrarem en la refrigeració de la vivenda que es també un aspecte molt important.

Per fer-ho es farà servir el mateix procediment que per la calefacció encara que la refrigeració serà més simplificada ja que en lloc de terra radiant es farà servir fan-coils per conductes, ja que la nostre vivenda està preparada per una refrigeració via conductes.

8.8.1. Que és un fancoil?

També coneguts com a fan-coils, són equips aigua-aire. En termes generals, un fan coil no és més que un dispositiu format per una bateria o intercanviador de fred o calor (coil) i un ventilador (fan).

La seva naturalesa compacta, que els fa ocupar molt poc, els converteix en una alternativa molt popular. És comú trobar-los tant en superfícies residencials com en comerços i altres instal·lacions terciàries, sobretot en aquelles de grans dimensions.

Compten amb una carcassa exterior, amb una reixa de presa d'aire i una d'impulsió.

8.8.2. Funcionament

Els equips fancoil utilitzen l'aigua com a element refrigerant. Aquestes unitats reben aigua calenta o freda des d'una refredadora remota o caldera i ho fan circular per uns tubs o serpentins. El ventilador impulsa l'aire i ho fa passar pels tubs on circula l'aigua, produint-se així la termotransferència. A continuació, l'aire passa per un filtre i surt a l'estada que s'està climatitzant, en forma d'aire fred o calor en funció de les necessitats de la mateixa.

8.8.3. Tipus de fancoils

En termes generals, es podrien dir que hi ha dos tipus: els de dos tubs i els de quatre tubs:

Fancoil de dos tubs: Té un tub d'impulsió o d'anada i un altre de retorn. El tub de proporciona aigua freda o calenta en funció del moment de l'any. Només poden proporcionar o fred o calor , però no dos a la vegada. El seu cost no és elevat.

Durant l'estudi s'utilitzaran aquest tipus ja que en cap moment interessarà produir fred i calor a l'hora

Fancoil de quatre tubs: Té dos tubs d'impulsió i dos tubs de retorn. Cada circuit funciona de manera independent pel que poden arribar a produir fred i calor simultàniament. Aquest tipus de fancoils abunden en grans superfícies com oficines, hospitals, grans magatzems, etc. El seu cost és més elevat.

En quant a la seva col·locació, existeixen també diverses tipologies: poden ser col·locat en paret, en sòl, en sostre ... En ocasions alguns usuaris arriben a confondre'ls amb unitats d'expansió directa com els splits.

De vegades és difícil diferenciar a cop de ull un fancoil d'un split. Bàsicament, la diferència entre els dos equips és que els splits són unitats aire-aire, mentre que els fancoils són unitats aigua-aire. Els splits utilitzen gas com a refrigerant; els fancoils, aigua.

8.8.4. Càlcul de la refrigeració per fancoils

Així doncs les demandes de fred per una temperatura de confort d'entre uns 24-25°C per cada estança de la casa seran les següents:

Demanda Tèrmica Mitjana	25,0	[W/m3]
Menjador / Sala de estar	37,0	[W/m3]
Dormitori / Vestidor	37,0	[W/m3]
Cuina / Safareig / Despensa	0,0	[W/m3]
Bany	0,0	[W/m3]
Passadís / Rebedor	0,0	[W/m3]

Taula 8.8.4.1 Demandes tèrmiques per refrigeració (Font: Elaboració pròpia)

Per tant com la distribució de la casa es la mateixa:

Tipologia de estància		[m2]	[m]	[W/m3]	[W]
Bany	Bany 1	4,29	3	0,00	0
Bany	Bany 2	4,25	3	0,00	0
Cuina / Safareig	Cuina	17,88	3	0,00	0

Passadís / Rebedor	Distribuïdor	5,58	2,44	0,00	0
Passadís / Rebedor	Escala PB	5,48	2,44	0,00	0
Menjador / Sala de estar	Estar Menjador	26,3	3	37,00	2.919
Dormitori / Vestidor	Habitació 1	16,53	3	37,00	1.835
Dormitori / Vestidor	Habitació 2	10,47	3	37,00	1.162
Dormitori / Vestidor	Habitació 3	9,66	3	37,00	1.072
Dormitori / Vestidor	Habitació 4	7,51	3	37,00	834
Passadís / Rebedor	Rebedor	6,33	2,44	0,00	0
Cuina / Safareig / Despensa	Safareig	2,29	2,44	0,00	0
Dormitori / Vestidor	Estudi	21,65	2,44	37,00	1.955

Taula 8.8.4.2 Recull de potències en refrigeració (Font: Elaboració pròpia)

En tractar-se de fancoils per conductes es podrà instal·lar un fancoil per planta, ja que un sol fancoil pot climatitzar tota una planta sempre que la seva potència sigui suficient per tant, el primer fancoil haurà de presentar una potència de 7,822kW de potència i el segon fancoil situat a la planta superior haurà de suportar una potència de 1,955kW de potència.

Dins del rang de potències que ofereix la marca BAXI que es amb la que estem treballant, s'escullen els següents fancoils:

	Nº fancoil	Tipus	Model	Potència màx. fred (kW)	Potència màxima calor (kW)	Cabal màxim (m³/h)
Relació de fancoils	1	Conductes	IQD80	8,02	9,15	1,45
	2	Conductes	IQD30	3,12	3,82	0,60

Taula 8.8.4.3 Models de fancoils escollits (Font: Elaboració pròpia)

8.9. Elecció bomba de calor

Un cop calculades tots les demandes de calefacció i refrigeració així com també les necessitats d'aigua calenta sanitària (ACS), ja es pot fer un càlcul de la bomba de calor que s'adapta millor a les necessitats de la vivenda.

Les potències necessàries per la vivenda són:

Potència necessària ACS	4,39	kW
Potència necessària Calefacció	7,15	kW
Potència necessària Refrigeració	9,78	kW

Taula 8.9.1 Recull de demandes totals (Font: Elaboració pròpia)

S'ha de considerar com es veu a la taula la potència de ACS, que en cara que les plaques solars seran les encarregades de produir l'aigua calenta, la bomba de calor es el sistema auxiliar triat per donar servei en cas que les plaques no puguin donar tota la demanda requerida per la vivenda. Així doncs es calcula la potència que ha de proporcionar la bomba per l'ACS.

			Energia consumida	
Aportació 10 minuts	37	Litres/hora a 45°C	1.354,35	kcal
Aportació 1ª hora	124	Litres/hora a 45°C	4.514,50	kcal
Aportació 2ª hora	74	Litres/hora a 45°C	2.708,70	kcal
Aportació 3ª hora	49	Litres/hora a 45°C	1.805,80	kcal

Taula 8.9.2 Aportació ACS durant 3 hores (Font: Elaboració pròpia)

S'estima que la bomba a de proporcionar un 15% de l'aigua a la temperatura de consum els primers 10 minuts, a la primera hora un 50%, un 30% a la segona hora i finalment un 20% a la tercera i darrera hora.

Així doncs l'energia consumida als diferents intervals de temps són:

$$Aportació_{xhora} = (T^{\circ}_{acumulació} - T^{\circ}_{aiguared_{gener(mesfred)}})$$

La recomanació de acumulació en el sistema que es proposa es de 180litres ja que es la que ofereix la bomba de calor que s'escollirà (INTEGRA) ideal per vivendes d' entre 2 i 4 dormitoris.

Per tant la potència necessària per l'acumulació d'aquests 180 litres d'aigua a 45°C és:

$$Potència_{ACS} = 1.15 * Volum_{acumulació} * \frac{(T^{\circ}_{acumulació} - T^{\circ}_{aiguared_{gener(mesfred)}})}{\frac{860}{2}}$$

$$Potència_{ACS} = 1.15 * 180 * \frac{45-8.5}{\frac{860}{2}} = 4.39kW$$

Per tant considerant les potències de la taula anterior s'ha optat per elegir aquesta bomba de calor:

Potència màxima per ACS	6,65	kW
Potència màxima per Calefacció	7,08	kW
Potència màxima per Refrigeració	7,90	kW
Resistència a connectar per Bomba de calor*	3,00	kW

Taula 8.9.3 Potències bomba de calor escollida (Font: Elaboració pròpia)

Es tracta del model BC iPlus V200 Integra 8 de la marca BAXI, tal i com es veu pel que fa a la potència d'ACS la supleix clarament, pel que fa a la calefacció pràcticament es el valor ideal, (una dècima per sota) en aquest cas si la temperatura mínima estimada pel sistema es prolongués de manera continuada es posaria en funcionament un resistència de 3kW per arribar a la potència desitjada. Finalment pel que fa a la refrigeració si que s'observa una manca de potència, la demanda de la casa es de 9.78kW i la màquina només pot proporcionar 7.9kW, així doncs per no sobredimensionar la màquina la marca recomana que es pot considerar simultaneïtat a la casa en refrigeració sempre i que no sobrepassem el líndar mínim de 75% de simultaneïtat.

$$Simultaneïtat = \frac{Potència_{maxrefri}}{Demanda_{vivendarefri}} = \frac{7.9}{9.78} = 77.262\%$$

Així doncs es considera que la refrigeració a la casa no s'utilitzarà a la vegada en totes les estàncies, pel que s'accepta la bomba com a apte per a les necessitats de la casa.

8.10. Càlcul de consums de la bomba de calor

Per últim només faltaria fer un càlcul dels consums de la bomba per poder classificar quina part de l'energia prové de fonts renovables i quina part de l'energia la genera el compressor, aquella energia elèctrica consumida del compressor haurà de ser produïda per les plaques fotovoltaïques com s'ha explicat anteriorment en l'apartat dedicat a aquesta energia.

Mes	Dies	Consums previstos ACS		Consums previstos Calefacció	
		Temperatura Aigua freda °C	Consum útil kWh	Graus dia 15/15 °C	Consum útil kWh
Gener	31	8,5	179	214	1.529
Febrer	28	9,5	127	174	1.241
Març	31	10,5	113	143	1.019
Abril	30	11,5	91	87	622
Maig	31	13,5	83	0	0
Juny	30	16,5	58	0	0
Juliol	31	18,5	40	0	0
Agost	31	18,5	50	0	0
Setembre	30	16,5	69	0	0
Octubre	31	14,5	110	0	0
Novembre	30	11,5	153	96	686
Desembre	31	9,5	183	189	1.352
Total	365	13,3	1.256	902	6.449

Taula 8.10.1 Consums previstos calefacció i ACS (Font: Elaboració pròpia)

El consum útil per el ACS que la bomba haurà de produir és simple, serà la diferencia entre l'energia necessària i l'energia que proporciona la placa solar, així doncs pel més de gener:

$$Energia_{\text{útilBC}} = Demanda_{\text{ACS}} - Energia_{\text{solar}} = 325 - 146 = 179 \text{ kWh}$$

Pel que fa a la calefacció l'energia útil que haurà de proporcionar la màquina el mes de gener serà:

$$Energia_{\text{útilBC}} = Potència_{\text{calefacció}} * Graus \frac{15}{15} = 7.15 * 213.9 = 1529.38 kWh$$

On graus dies 15/15°C son:

$$Graus \frac{15}{15} = (15 - T_{mitjames}) * Num_{dies} = (15 - 8.1) * 31 = 213.9^{\circ}C$$

Mes	Dies	COP ACS	Energia aerotèrmica ACS kWh	COP Calefacció	Energia aerotèrmica Calefacció kWh
Gener	31	2,88	179	4,45	1.529
Febrer	28	2,95	127	4,56	1.241
Març	31	3,02	113	4,68	1.019
Abril	30	3,16	91	4,91	622
Maig	31	3,36	83	5,26	0
Juny	30	3,64	58	5,72	0
Juliol	31	3,85	40	6,07	0
Agost	31	3,85	50	6,07	0
Setembre	30	3,71	69	5,84	0
Octubre	31	3,43	110	5,38	0
Novembre	30	3,16	153	4,91	686
Desembre	31	2,95	183	4,56	1.352
Total	365	3,17	1.256	4,62	6.449

Taula 8.10.2 Càlcul dels COP i de l'energia aerotèrmica total (Font: Elaboració pròpia)

Tal i com s'ha indicat anteriorment el COP es el quocient entre l'energia aerotèrmica de la calefacció i la energia elèctrica absorbida per el compressor.

Tant el COP de calefacció com el de ACS varien en funció de la temperatura exterior, per tant amb les dades tècniques de la bomba de calor s'han pogut extreure els diferents COPs pels diferents mesos a partir de iteracions.

La energia elèctrica produïda per la bomba de calor (compressor) serà:

$$Energia_{elèctrica_{total}} = \frac{Energia_{aerotèrmica_{calefacció}}}{COP_{cale}} + \frac{Energia_{aerotèrmica_{ACS}}}{COP_{ACS}}$$

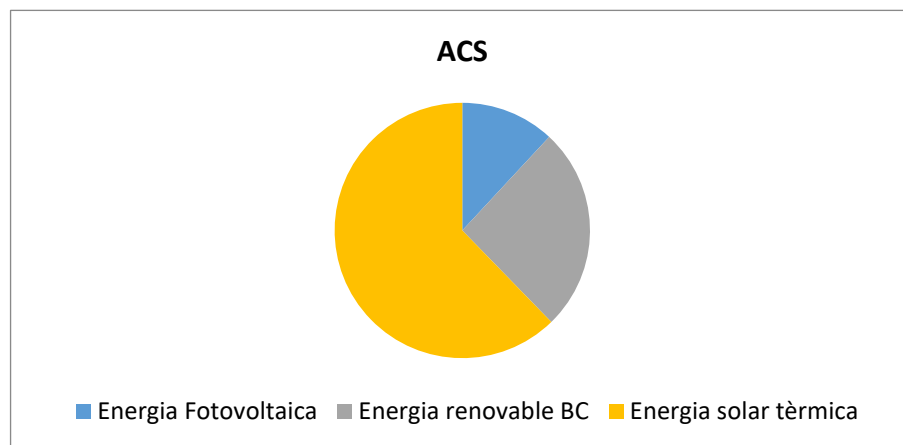
Aquesta energia total de tots el mesos serà un nombre molt important ha tenir en compte per el dimensionament de les plaques fotovoltaïques.

Mes	Dies	Energia solar tèrmica kWh	Energia solar fotovoltaica kWh	COP	Energia aerotèrmica Total kWh	Energia elèctrica Bomba Calor kWh	Energia renovable BC kWh
Gener	31	-146	0	4,21	1.708	406	1.302
Febrer	28	-159	0	4,34	1.368	315	1.053
Març	31	-195	0	4,44	1.132	255	877
Abril	30	-198	0	4,59	713	155	557
Maig	31	-198	0	3,36	83	25	58
Juny	30	-188	0	3,64	58	16	42
Juliol	31	-196	0	3,85	40	10	30
Agost	31	-186	0	3,85	50	13	37
Setembre	30	-177	0	3,71	69	19	51
Octubre	31	-162	0	3,43	110	32	78
Novembre	30	-136	0	4,46	839	188	651
Desembre	31	-134	0	4,28	1.535	358	1.176
Total	365	-2.075	0	4,30	7.706	1.793	5.913

Taula 8.10.3 Càlcul energia renovable i energia elèctrica consumida (Font: Elaboració pròpia)

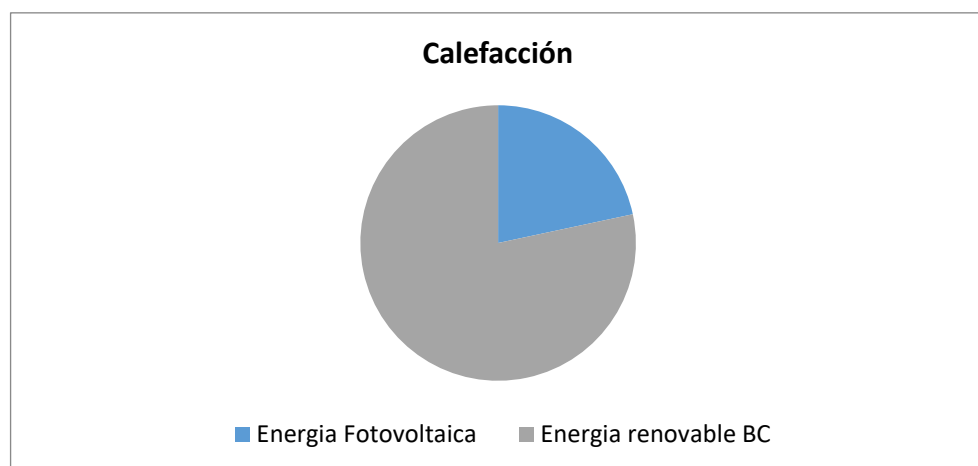
Tal i com s'observa a la taula dels 7706kWh generats 5913kWh son generats amb energia renovable, el que suposa un 76.73% del total, per els 1793kWh restants serà necessària energia elèctrica externa al sistema. Pel que fa aquest estudi les plaques fotovoltaïques s'encarregaran de produir aquesta energia.

Per altra banda en el gràfic següent es mostra quin percentatge de l'energia destinada per l'ACS s'utilitzarà durant l'any. Un 62,28% serà produït per les plaques i el resta el produirà la bomba de calor, aquesta energia també serà d'origen renovable repartida entre la provinent de la bomba de calor i el camp fotovoltaic.



Gràfic 8.10.1 Distribució de percentatges d'ús del ACS (Font: Elaboració pròpia)

Per últim pel que fa a la calefacció com s'observa al gràfic més del 75% de la energia consumida serà per part de la bomba de calor, la resta serà energia elèctrica consumida per la bomba de calor, que s'obtindrà a partir de les plaques fotovoltaïques



Gràfic 8.10.2 Distribució de percentatges d'ús de la calefacció (Font: Elaboració pròpia)

Anàlisi del impacte mediambiental.

L'estudi que s'ha realitzat col·labora de manera activa amb el mediambient, ja que redueix les emissions de CO₂ a l'atmosfera.

En aquest apartat es pretén mostrar quants kg de CO₂ deixarem d'emetre a l'atmosfera. El càlcul es realitzarà comparant la climatització i producció d'aigua calenta sanitària produïda per la bomba de calor i un sistema convencional de producció d'energia. Aquest sistema de referència estarà format per energia solar i una caldera de gas natural amb un 92% de rendiment.

Mes	Demanda ACS kWh	Demanda Calefacció kWh	Demanda Total kWh	Energia Solar mínima kWh	Aportació caldera kWh	Emissions CO2 kg
Gener	179	1.529	1.708	108	1.600	438
Febrer	127	1.241	1.368	76	1.292	354
Març	113	1.019	1.132	68	1.065	292
Abril	91	622	713	54	658	180
Maig	83	0	83	50	33	9
Juny	58	0	58	35	23	6
Juliol	40	0	40	24	16	4
Agost	50	0	50	30	20	6
Setembre	69	0	69	42	28	8
Octubre	110	0	110	66	44	12
Novembre	153	686	839	92	747	205
Desembre	183	1.352	1.535	110	1.425	390
Total	1.256	6.449	7.706	754	6.952	1.904

Taula Anàlisi del impacte mediambiental.1 Càlcul de les emissions de CO₂ (Font: Elaboració pròpia)

En la següent taula es mostra la demanda d'ACS i la demanda de calefacció que produirà la bomba de calor, la suma d'elles anomenada demanda total.

Per altre banda el sistema de referència està format per energia solar i la caldera de gas natural.

L'energia solar mínima que aquesta instal·lació d'energia solar haurà de produir serà igual al 60% (marcada per el Decret d'Ecoeficiència) de la demanda d' ACS , per tant per el mes de gener:

$$Demanda Solar mínima = 0.6 \cdot Demanda ACS = 0.6 \cdot 179 = 108kWh$$

Per tant l'aportació de la caldera de gas al mes de gener haurà de ser:

$$Aport\ caldera = Demanda\ Total - Energia\ solar\ mínima = 1708 - 108 = 1600kWh$$

La següent taula mostra els kg d'emissions CO₂ s'emeten per cada kWh d'energia

Combustible auxiliar	Emissions CO ₂ (kg/ kWh)
Gas Natural	0,252
Gas Propà	0,254
Gasoil	0,311
Electricitat	0,331
Pellets (Biomassa)	0,018
Llenya (Biomassa)	0,018

Taula Anàlisi del impacte mediambiental.2 Emissions de CO₂ per kWh consumit (Font: Elaboració pròpia)

Per tant com el sistema de referència es tracta de gas natural, les emissions de CO₂ produïdes pel sistema seran:

$$Emissions\ de\ CO_2\ caldera = \frac{Aportació\ caldera}{\eta_{caldera}} \cdot Emissions\ CO_2 = \frac{1600}{0.92} \cdot 0.252$$

$$= 438.26\ kg\ CO_2$$

Així doncs si es fa la suma dels diferents mesos de l'any suma un total de 1904 kg de CO₂ que es deixen d'emetre a l'atmosfera cada any.

Pel que fa la part de fotovoltaica el sistema de referència serà l'electricitat per tant l'energia consumida per el compressor es de 1793kWh (valor extret de la taula 8.10.3).

$$Emissions\ de\ CO_2\ electricitat_{compressor} = Energia\ elèctica\ bomba\ de\ calor \cdot 0.331$$

$$= 1793kWh \cdot 0.331 = 557.62\ kg\ CO_2$$

Per últim de la taula 6.7.1.4 s'extreu que el consum elèctric diari d'energia per a part dels electrodomèstics i la lluminària es de 7.57kWh diaris (aquest valor es una estimació per el mes de

desembre per tant no es un valor real a tots el mesos, però es considera com a vàlid per tot l'any). Per tant el consum anual es de 2763.05 kWh:

$$\begin{aligned} \text{Emissions } CO_2 \text{ electricitat}_{\text{electrodomèstics}} &= \text{Consum anual d'electricitat} \cdot 0.331 \\ &= 2763.05 \cdot 0.331 = 914.57 \text{ kg } CO_2 \end{aligned}$$

Finalment si es sumen els tres valor s'obté:

$$\begin{aligned} \text{Emissions } CO_2 \text{ totals} &= \text{Emissions } CO_2 \text{ caldera} + \text{Emissions } CO_2 \text{ electricitat}_{\text{compressor}} \\ &+ \text{Emissions } CO_2 \text{ electricitat}_{\text{electrodomèstics}} = 1904 + 557.62 + 914.57 \\ &= 3375,57 \text{ kg } CO_2 \end{aligned}$$

Conclusions

Al començar al treball es van marcar els objectius i ara un cop finalitzat aquest es pot concloure que aquests objectius s'han assolit.

Es van marca tres blocs, el primer era el dimensionament d'un camp fotovoltaic, en aquest apartat s'ha optat per la col·locació de 30 plaques fotovoltaiques dimensionades en funció del mes de desembre (mes amb pitjors condicions pel que fa a la radiació). El camp de bateries estarà format per tres bateries d' Àcid Plom i finalment també s'ha calculat el regulador i l'inversor adequats per a la instal·lació.

El segon dels objectius era el dimensionament de la instal·lació d'aigua calenta sanitària per a la llar. L'estudi ha determinat la necessitat d'instal·lar una placa solar tèrmica amb el seu corresponent acumulador, tot complint la normativa que marca el Decret d'Ecoeficiència (la normativa més restrictiva). Aquella energia que la placa tèrmica no pugui desenvolupar serà aportada per la bomba de calor.

El tercer objectiu marcat, es l'esmentada bomba de calor que , apart de suport auxiliar per l' instal·lació d' ACS, serà l'encarregada de la climatització del edifici. La calor corre a càrrec d'una instal·lació de terra radiant i la refrigeració per part de fancoils per conductes.

Finalment hi ha mode de resum es pot afirmar que la vivenda estudiada es pot considerar energèticament independent ja que en ningun cas haurà de recórrer a altres grans companyies energètiques ni a la xarxa elèctrica nacional .

Pressupost

Un cop realitzats els diferents estudis, es pretén fer una recollida dels costos associats a tots els elements seleccionats per les instal·lacions, ja siguin costos materials, costos operacionals o bé costos d'enginyeria.

Costos associats al material de l' instal·lació fotovoltaica.

Producte	Numero Unitats	Preu unitari	Preu total
Panasonic NT235	30	290,52	8715,6
SCL POPzS 625	3	1195	3585
SmartSolar-MPPT 75	5	108	540
Inversor-MultiPlus Ecosolar	1	781	781
TOTAL			13621,6

Costos associats al material de l' instal·lació tèrmica solar.

Producte	Numero d'unitats	Preu unitari	Preu total
Placa SOL 250	1	742	742
Joc acoblaments	1	112	112
Suport coberta	1	181	181
Purgador Automàtic	1	58	58
Vàlvula de seguretat	1	11,75	11,75
SH 15	1	449	449
Acumulador FST 200-2E	1	2502	2502

Vas expansió 18 litres	1	80	80
Líquid solar	1	63	63
Centraleta regulació	1	238	238
TOTAL	-	-	4436,75

Costos associats al material de l'instal·lació aerotèrmica:

Producte	Numero d'unitats	Preu unitari	Preu total
Bomba calor BC iPlus 8	1	5246	5246
Acumulador	1	905	905
Kit hidràulic	1	530	530
Centraleta SCB-04	1	135	135
Centraleta SCB-CF	1	150	150
Dipòsit inèrcia 30 litres	1	335	335
Panell aïllant	161,28 m	17,50	2.822,40
Tub polietilè	1000 m	1,55	1.550,00
Banda perimetral	200 m	1,70	340,00
Additiu	2	39,00	78,00
Corba guia	28	2,90	81,20
Armari 2 circuits	1	80,00	80,00
Armari 12 circuits	1	140,00	140,00
Col·lector 2 circuits	1	97,00	97,00
Col·lector 12 circuits	1	463,00	463,00

Termòstat TXM	2	160	320
Desfangador	1	98	98
Fancoil IQD30	1	335	335
Fancoil IQD80	1	540	540
Vàlvula zona	2	149	298
TOTAL	-	-	14543,6

Costos associats al tasques d'instal·lació i estudi d'enginyeria (estimació):

Tasca	Hores	Euro/Hora	Total
Instal·lació FV	40	19	760
Instal·lació ST	30	19	570
Instal·lació Aerotèrmica	80	19	1520
Estudi d'Enginyeria (Junior)	450	40	18000
TOTAL	-	-	20850

Costos totals:

Cost total	53451,95€
-------------------	------------------

Bibliografia

[1]Código Técnico de la Edificación modificat per Real Decreto 314/2006, de 17 de març. Enllaç disponible: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-5515-consolidado.pdf>

[2]Decret 21/2006, de 14 de febrer. http://www20.gencat.cat/docs/arc/Home/Consultes%20i%20tramits/Normativa/Normativa%20catalana%20en%20materia%20de%20residus/decret_21_2006.pdf. Darrer accés: Octubre 2018.

[3] Ordenança sobre la incorporació de sistemes de captació d'energia solar en edificis i construccions al terme municipal de Cerdanyola del Vallès

[4] Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) Disponible a l'enllaç: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

[5]Servicios climáticos –Datos climaticos-Atlas Radación Solar.Disponible a l'enllaç:http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar

[6]Monsolar – Fotovoltaica - Baterias-Estacionarias.[Data de consulta 25 d'agost] Disponible a l'enllaç:<https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-scl-5-opzs-625.html>

[7]Vitron Energy Blue Power. Disponible a l'enllaç: <https://www.victronenergy.com>

[8] BAXI. Área profesional. Herramientas. .[Data de consulta 18 e març] Disponible l'enllaç a: <https://www.baxi.es/area-profesional>

[9]Manual Práctico de la energia solar térmica – BAXI ROCA 1ª Edición .[Data de consulta 4 de setembre]

[10]Fegeca Guia del Suelo Radiante- Fundación de la energia de la Comunidad de Madrid –2ª Edición. [Data de consulta 5 d'agost] Disponible enllaç: <https://www.fegeca.com/>

[11]Libro naranja de la aerotermia – Manual práctico de las bombas de calor BAXI.Mayo de 2013 [Data de consulta 3 de maig]

[12]Descubre la energia- Clasifiación las fuentes de energia. [Data de consulta 28 de Febrer] Disponible en l'enllaç: <https://descubrelaenergia.fundaciondescubre.es/las-fuentes/clasificacion/>

[13]Instal-laciones y eficiencia – Paneles solares fotovoltaicos, cuales elegimos. [Data de consulta 5 de setembre] Disponible enllaç: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/paneles-solares-fotovoltaicos/>

[14]Capitulo 5 Documento la bateria de Plomo-acido.[Data de consulta 4 de juliol] Disponible l'enllaç: http://www.olajedatos.com/documentos/baterias_plomo.pdf



[15]BOE – Agencia Estatal Butlletí Oficial del Estat. Disponible en l'enllaç : https://www.boe.es/diario_boe/

[16] Reial Decret 413/2014 publicat 6 de juny. Disponible a l'enllaç: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/06/10/pdfs/BOE-A-2014-6123.pdf>

[17]PV EDUCATION – PHOTOVOLTAIC EDUCATION NETWORK – A collection of resources for the photovoltaic educator. [Data de consulta 15 de març] Enllaç disponible a: <https://pveducation.org>

[18]Google Maps Disponible enllaç: <https://www.google.es/maps/@41.3137514,1.9979421,15z>

[19] Generatuluz – Comparativa entre reguladores PWM-MPPT . [Data de consulta 20 de setembre] Disponible enllaç : <https://www.generatuluz.com/comparativa-entre-reguladores-pwm-y-mppt/>

[20]Panasonic N325 [Data de consulta 20 d'agost] Disponible enllaç: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-5515-consolidado.pdf>

[21] EN 12975 de l'any 2006.Enllaç disponible: http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/projects/QAiST/QAiST_results/QAiST%20D2.3%20Guide%20to%20EN%2012975.pdf

Annex A

En el següents annexos s'adjunten:

- Càlculs de dimensionat.
- Fulls de característiques de materials subministrats pels fabricants.



Pais
Espanya

Provincia
Barcelona

Població
Cerdanyola del Vallès

Tª mínima hivernºC
2

Graus-dia (base 15-15)
902

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost
Tª. mitja ambient [ºC]	8,1	8,8	10,4	12,1	15,3	19,0	22,2	22,3
Tª. mitja agua xarxa [ºC]	8,5	9,5	10,5	11,5	13,5	16,5	18,5	18,5
Rad. horiz. [kJ/(m2·día)]	7.800	11.300	15.600	20.500	23.300	25.600	26.400	22.000
Rad. captada [kJ/(m2·día)]	15.008	17.997	20.122	21.496	21.253	21.893	23.131	21.594

Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Anual
20,3	16,4	11,8	8,9	14,6
16,5	14,5	11,5	9,5	13,3
17.200	12.000	8.300	6.900	16.408
20.235	17.426	14.927	14.037	19.093

Temperatura de acumulació	45	°C
Temperatura de consum	45	°C
Generació de ACS	Acumulació	

Número de dormitorios	Número de personas	Consum per persona y dia	Total
4	6	41	247

Total Consum diari 45°C	247	litres	Energia consumida	
Aportació 10 minuts	37	Litres/hora a 45°C	1.354,35	kcal
Aportació 1ª hora	124	Litres/hora a 45°C	4.514,50	kcal
Aportació 2ª hora	74	Litres/hora a 45°C	2.708,70	kcal
Aportació 3ª hora	49	Litres/hora a 45°C	1.805,80	kcal

			Energia disponible	
Volum acumulació:	180	Litres	6.570,00	kcal
Potencia generadora ACS:	4,4	kW		

	Descripció	Superfície	Altura	Volum	Demanda	Aïllament	Orientació	Parets exteriors		Renovacions aire			Potència
Tipologia de estancia		[m2]	[m]	[m3]	[W/m3]	[factor]		[factor]		nº personas	[m3/h]	[W]	[W]
Bany/Lavabo	Bany 1	4,29	3,00	12,87	29,30	0,5	1	0	0,9	0	0	0,00	170
Bany/Lavabo	Bany 2	4,25	3,00	12,75	29,30	0,5	1	1	1	0	0	0,00	187
Cuina/Safareig	Cuina	17,88	3,00	53,64	23,13	0,5	1	1	1	0	0	0,00	620
Passadís/Rebedor	Distribuidor	5,58	2,44	13,62	18,57	0,5	1	1	1	0	0	0,00	126
Passadís/Rebedor	Escala PB	5,48	2,44	13,37	18,57	0,5	1	0	0,9	0	0	0,00	112
Menjador / Sala de estar	Estar Menjador	26,3	3,00	78,90	34,55	0,5	1	1	1	6	65	390,61	1.753
Dormitori / Vestidor	Habitació 1	16,53	3,00	49,59	30,84	0,5	1	2	1,1	2	36	217,00	1.058
Dormitori / Vestidor	Habitació 2	10,47	3,00	31,41	30,84	0,5	1	1	1	1	18	108,50	593
Dormitori / Vestidor	Habitació 3	9,66	3,00	28,98	30,84	0,5	1	1	1	1	18	108,50	555
Dormitori / Vestidor	Habitació 4	7,51	3,00	22,53	30,84	0,5	1	1	1	1	18	108,50	456
Passadís/Rebedor	Rebedor	6,33	2,44	15,45	18,57	0,5	1	0	0,9	0	0	0,00	129
Cuina/Safareig	Safareig	2,29	2,44	5,59	23,13	0,5	1	0	0,9	0	0	0,00	58
Dormitori / Vestidor	Estudi	21,65	2,44	52,83	30,84	0,5	1	2	1,1	4	72	434,01	1.330

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost
Energia necessària ACS (kWh)	325	286	308	289	281	246	236	236
X	1,63	1,67	1,68	1,70	1,74	1,84	1,90	1,90
XC	1,69	1,73	1,75	1,76	1,81	1,91	1,97	1,97
X'C	1,45	1,53	1,58	1,63	1,74	1,99	2,15	2,14
Y	0,69	0,85	0,98	1,08	1,14	1,29	1,47	1,37
F	0,510	0,616	0,694	0,749	0,774	0,843	0,917	0,872
Aport col·lectors solars	0,510	0,616	0,694	0,749	0,774	0,843	0,917	0,872
Aport col·lectors solars (kWh)	166	176	213	217	217	207	217	206
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	13	14	14	14	14	14	14
Pèrdues a les tuberías (kWh)	12	11	12	12	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	140	152	187	191	191	182	191	180
Contribució solar tèrmica (%)	42,95	53,30	60,89	66,18	68,11	73,96	80,63	76,16
Ocupació (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Energia necessària (kWh)	3.331
Contribució mínima segons Decret (%)	60,00
Contribució mínima segons Decret (kWh)	1.999
Aport col·lectors solars (kWh)	2.307
Pèrdues totals (kWh)	308
Contribució solar tèrmica total (kWh)	1.999
Contribució solar tèrmica total (%)	60,00

Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Anual
246	272	289	317	3.331
246	272	289	317	3.331
0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	
1,81	1,78	1,71	1,66	
1,88	1,84	1,77	1,73	
1,92	1,82	1,64	1,53	
1,19	0,96	0,75	0,67	
0,796	0,668	0,540	0,486	
0,796	0,668	0,540	0,486	
196	182	156	154	2.307
14	14	14	14	168
69,30	57,14	45,20	40,33	60,00
100	100	100	100	100

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost
Energia necessària ACS (kWh)	325	286	308	289	281	246	236	236
FR'/FR	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884	0,9884
X	1,71	1,75	1,77	1,78	1,83	1,93	2,00	1,99
XC	1,77	1,81	1,83	1,85	1,89	2,00	2,07	2,07
X'C	1,52	1,61	1,66	1,70	1,82	2,08	2,25	2,24
Y	0,73	0,89	1,03	1,13	1,19	1,35	1,54	1,44
F	0,529	0,638	0,718	0,774	0,799	0,868	0,942	0,897
Aport col·lectors solars	0,529	0,638	0,718	0,774	0,799	0,868	0,942	0,897
Aport col·lectors solars (kWh)	172	182	221	224	224	213	223	212
Pèrdues a l'acumulador (kWh)	14	13	14	14	14	14	14	14
Pèrdues a les tuberías (kWh)	12	11	12	12	12	12	12	12
Contribució solar tèrmica (kWh)	146	159	195	198	198	188	196	186
Contribució solar tèrmica (%)	44,89	55,51	63,27	68,64	70,59	76,46	83,12	78,64
	Sept.	Oct.	Nov.	Des-	Anyal			
	1,97	1,93	1,85	1,81				
	2,01	1,91	1,72	1,60				
	1,25	1,01	0,79	0,70				
	0,821	0,690	0,560	0,505				
	0,821	0,690	0,560	0,505				
	202	188	162	160	2.383			
	14	14	14	14	168			
	12	12	12	12	140			
	177	162	136	134	2.075			
	71,77	59,43	47,21	42,20	62,28			

Planta	Descripció	Potencia	Superfície	Superfície útil	Pas	Distancia a col·lector	Col·lector assignado	Planta	Número circuits	Longitut real per circuit	Perímetre (ESTIMAT)
		[W]	[m²]	[%]	[cm]	[m]	[nº]			[m]	[m]
PB	Bany 1	170	4,29	80%	10	5	1	PB	1	44	8,5
PB	Bany 2	187	4,25	80%	10	5	1	PB	1	44	8,5
PB	Cuina	620	17,88	100%	15	5	1	PB	2	70	19,5
PB	Distribuidor	126	5,58	0%	15			PB	0	0	10,9
PB	Escala PB	112	5,48	0%	15			PB	0	0	10,8
PB	Estar Menjador	1.753	26,3	100%	15	5	1	PB	2	98	23,6
PB	Habitació 1	1.058	16,53	100%	15	5	1	PB	2	65	18,7
PB	Habitació 2	593	10,47	100%	15	5	1	PB	1	80	14,9
PB	Habitació 3	555	9,66	100%	15	5	1	PB	1	74	14,3
PB	Habitació 4	456	7,51	100%	15	5	1	PB	1	60	12,6
PB	Rebedor	129	6,33	100%	15	5	1	PB	1	52	11,6
PB	Safareig	58	2,29	0%	15			PB	0	0	3,2
P1	Estudi	1.330	21,65	100%	15	5	2	P1	2	82	21,4

Cabal Total per recinte	Cabal per circuit	Pèrdues de carga circuit	Termostat
[l/min]	[l/min]	[mmca]	
			-
0,5	0,5	19	-
0,5	0,5	23	-
1,8	0,9	103	-
0,0	0,0	0	-
0,0	0,0	0	-
5,0	2,5	1.149	WiFi
3,0	1,5	278	-
1,7	1,7	429	-
1,6	1,6	348	-
1,3	1,3	190	-
0,4	0,4	13	-
0,0	0,0	0	-
3,8	1,9	553	WiFi

Mes	Dies	Consums previstos ACS		Consums previstos Calefacció		Temperatura exterior	COP ACS	Energia aerotèrmica ACS kWh	COP Calefacció	Energia aerotèrmica Calefacció kWh
		Temperatura Aigua freda °C	Consum útil kWh	Graus dia 15/15 °C	Consum útil kWh	°C				
Gener	31	8,5	179	214	1.529	8,1	2,88	179	4,45	1.529
Febrer	28	9,5	127	174	1.241	8,8	2,95	127	4,56	1.241
Maç	31	10,5	113	143	1.019	10,4	3,02	113	4,68	1.019
Abril	30	11,5	91	87	622	12,1	3,16	91	4,91	622
Maig	31	13,5	83	0	0	15,3	3,36	83	5,26	0
Juny	30	16,5	58	0	0	19,0	3,64	58	5,72	0
Juliol	31	18,5	40	0	0	22,2	3,85	40	6,07	0
Agost	31	18,5	50	0	0	22,3	3,85	50	6,07	0
Setembre	30	16,5	69	0	0	20,3	3,71	69	5,84	0
Octubre	31	14,5	110	0	0	16,4	3,43	110	5,38	0
Novembre	30	11,5	153	96	686	11,8	3,16	153	4,91	686
Desembre	31	9,5	183	189	1.352	8,9	2,95	183	4,56	1.352
Total	365	13,3	1.256	902	6.449	14,6	3,17	1.256	4,62	6.449

Mes	Dies	Energia solar tèrmica kWh	Energia solar fotovoltaica kWh	COP	Energia aerotèrmica Total	Energia elèctrica Bomba Calor	Energia elèctrica resistenciakW	Energia elèctrica total kWh	Energia renovable BC
Gener	31	-146	0	4,21	1.708	406	0	406	1.302
Febrer	28	-159	0	4,34	1.368	315	0	315	1.053
Maç	31	-195	0	4,44	1.132	255	0	255	877
Abril	30	-198	0	4,59	713	155	0	155	557
Maig	31	-198	0	3,36	83	25	0	25	58
Juny	30	-188	0	3,64	58	16	0	16	42
Juliol	31	-196	0	3,85	40	10	0	10	30
Agost	31	-186	0	3,85	50	13	0	13	37
Setembre	30	-177	0	3,71	69	19	0	19	51
Octubre	31	-162	0	3,43	110	32	0	32	78
Novembre	30	-136	0	4,46	839	188	0	188	651
Desembre	31	-134	0	4,28	1.535	358	0	358	1.176
Total	365	-2.075	0	4,30	7.706	1.793	0	1.793	5.913

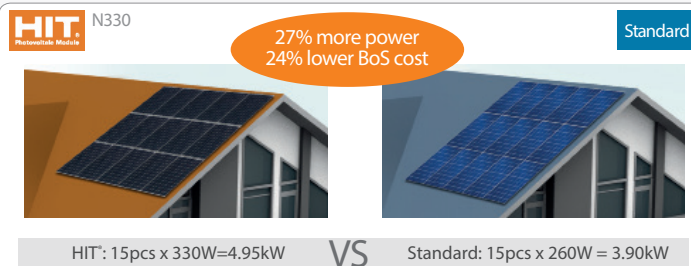
Photovoltaic module HIT® VBHN330SJ47/ VBHN325SJ47

N 330
N 325



19.7% module efficiency

Enables reaching a higher output and lower specific installation and balance-of-system costs than with the same number of standard 60-cell modules.



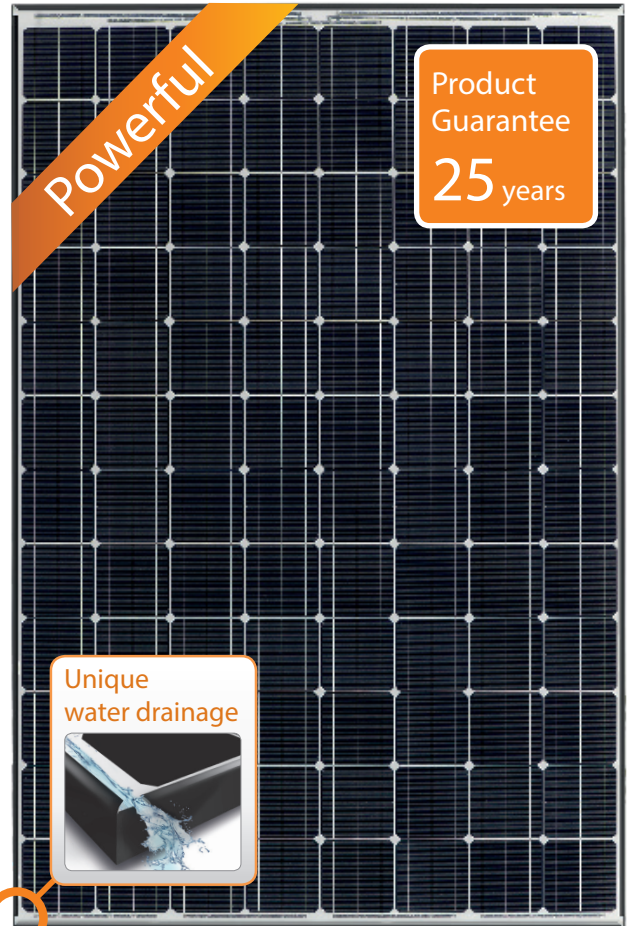
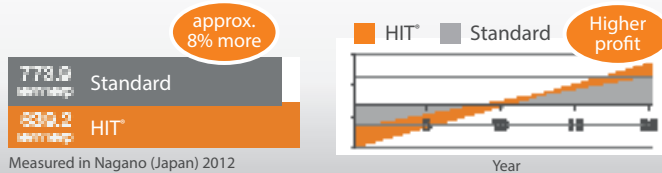
100% Panasonic, 100% HIT®

Proudly featuring Panasonic's original invention, the heterojunction solar cell. With over 1 billion cells produced commercially over 18 years, 25 years after the breakthrough in the development and looking back to over 40 years of experience in solar, Panasonic really offers you a 25-year guarantee you can trust.



More energy, higher profit!

Helping you reach a higher final profit with your PV system!



330W/325W

High Efficiency

High Performance
at High Temperatures

High Power
Generation

QUALITY PROVEN 4 WAYS

1 Guaranteed by Panasonic

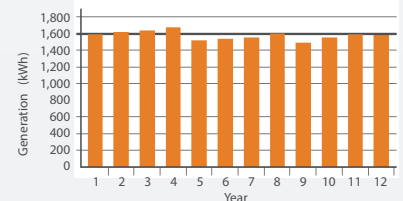
- IEC and over 20 Panasonic internal tests
- Vertically integrated own manufacturing (wafer, cell and module)



3 Less degradation on the field

12 years actual data prove a reliable and stable performance.

Installation: March 2004
Location: Gloucestershire, UK
Model: HIP-180BE
System size: 1.80 kWp
Tilt: 40 deg.
Direction: South-West



2 Record low claim rate

Less than 0.0035% failure rate after more than 10 years experience in Europe (as of January 2017)

4 3rd party verified

- Lifecycle testing (Long-Term-Sequential-Test) by TÜV Rheinland (tested on VBHN240SE10)
- PID-free (tested by Fraunhofer Institute)

HIT® is a registered trademark of Panasonic Group.

Electrical data (at STC)

	VBHN330SJ47	VBHN325SJ47
Max. power (Pmax) [W]	330	325
Max. power voltage (Vmp) [V]	58.0	57,6
Max. power current (Imp) [A]	5.70	5,65
Open circuit voltage (Voc) [V]	69.7	69,6
Short circuit current (Isc) [A]	6.07	6,03
Max. over current rating [A]	15	15
Power tolerance [%] *	+10/-0	+10/-0
Max. system voltage [V]	1000	1000
Solar panel efficiency [%]	19.7	19,4

Note: Standard Test Conditions: Air mass 1.5; Irradiance = 1000W/m²; cell temp. 25°C
* Maximum power at delivery.

Temperature characteristics

Temperature (NOCT) [°C]	44.0	44.0
Temp. coefficient of Pmax [%/°C]	-0.258	-0.258
Temp. coefficient of Voc [V/°C]	-0.164	-0.164
Temp. coefficient of Isc [mA/°C]	3.34	3.32

At NOCT (Normal Operating Conditions)

Max. power (Pmax) [W]	251.9	249.3
Max. power voltage (Vmp) [V]	56.3	56.1
Max. power current (Imp) [A]	4.54	4.52
Open circuit voltage (Voc) [V]	65.8	65.9
Short circuit current (Isc) [A]	4.89	4.88

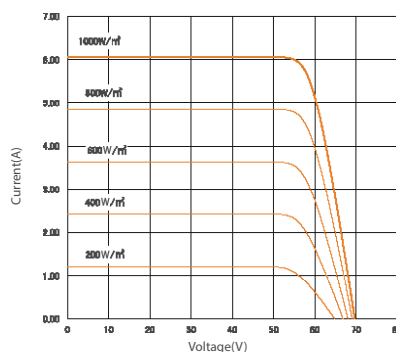
Note: Normal Operating Cell Temp.: Air mass 1.5; Irradiance = 800W/m²;
Air temperature 20°C; wind speed 1 m/s

At low irradiance (20%)

Max. power (Pmax) [W]	63.5	62.3
Max. power voltage (Vmp) [V]	57.0	56.4
Max. power current (Imp) [A]	1.12	1.11
Open circuit voltage (Voc) [V]	65.6	65.3
Short circuit current (Isc) [A]	1.22	1.21

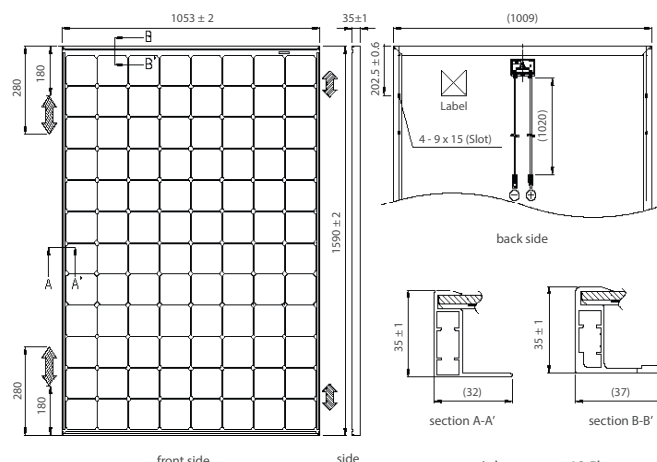
Note: Low irradiance: Air mass 1.5; Irradiance = 200W/m²; cell temp. = 25°C

Dependence on irradiance



Reference data for model
VBHN330SJ47
(Cell temperature: 25°C)

Dimensions and weight



weight: 18.5kg
weight/m²: 11.3 kg/m²
unit:
snow and wind load: 2400 Pa

Guarantee

Power output: 10 years (90% of Pmin)
25 years (80% of Pmin)
Product workmanship: 25 years (registration necessary on
www.eu-solar.panasonic.net, otherwise 15
years apply based on guarantee document)

Materials

Cell material: 5 inch photovoltaic cells
Glass material: AR coated tempered glass
Frame materials: Black anodized aluminium
Connectors type: SMK

Certificates



CLASS UNO
By TÜV Rheinland
UNI 8457
UNI 9174
UNI 9177

IEC61215
IEC61730-1
IEC61730-2



Please consult your local dealer for more information



SunFields Europe
info@sfe-solar.com
www.sfe-solar.com

CAUTION! Please read the installation manual carefully before using the products.

Used electrical and electronic products must not be mixed with general household waste. For proper treatment, recovery and recycling of old products, please take them to applicable collection points in accordance with your national legislation.



Panasonic Eco Solutions Europe
Panasonic Electric Works Europe AG

Robert-Koch-Straße 100,
85521 Ottobrunn, Germany
Tel. +49 89 45354-1000
Fax +49 89 45354-2111
info.solar@eu.panasonic.com

Panasonic

All Rights Reserved © 2015 COPYRIGHT Panasonic Electric Works Europe AG
Specifications are subject to change without notice.

05/2017

Manual general de instalación

Panel fotovoltaico HIT™

Serie VBHNxxxSJ25

Serie VBHNxxxSJ40

Serie VBHNxxxSJ46

Serie VBHNxxxSJ47

Número de modelo

- VBHN240SJ25
- VBHN245SJ25
- VBHN285SJ40
- VBHN285SJ46
- VBHN295SJ46
- VBHN320SJ47
- VBHN325SJ47
- VBHN330SJ47

Gracias por elegir el panel fotovoltaico HIT™ de Panasonic. Lea íntegramente este manual antes de instalar o utilizar HIT™. Con el funcionamiento y el mantenimiento adecuados, el HIT™ le suministrará energía solar limpia y renovable durante muchos años. Este manual contiene información importante en cuanto a la instalación, el mantenimiento y la seguridad. La palabra «panel» utilizada en este manual se refiere a uno o varios paneles fotovoltaicos. Conserve este manual para referencia futura.

SANYO forma parte del Grupo Panasonic y está a cargo del proceso de fabricación de HIT™.



Serie VBHNxxxSJ25



Serie VBHNxxxSJ40
Serie VBHNxxxSJ46



Serie VBHNxxxSJ47

Índice

Lea esta información antes de la instalación

Precauciones de seguridad

- Información general :2
- Advertencia :2
- Precauciones :2
- Seguridad general :2

Instalación

- Consideraciones generales :2
- Notas acerca de la instalación :3
- Condiciones de funcionamiento :3
- Condiciones especiales :3

Especificaciones

- Notas acerca de las especificaciones :3
- Clase de aplicación del producto :3
- Clase de protección contra incendios del producto :3
- Carga mecánica :3

Certificaciones :3

Desembalaje y manejo :3

Cableado

- **Consideraciones generales** :3
- Cableado del panel :3
- Cableado del generador fotovoltaico :4
- Cableado de la puesta a tierra :4
- Terminaciones del panel :4
- Caja de conexiones y terminales :4
- Conducto :4

Diodos :4

Mantenimiento :4

Limpieza de la superficie de vidrio antirreflectante

- Limpieza de la suciedad :4
- Limpieza de la suciedad por el manejo :4

Descargo de responsabilidad :5

Eliminación de equipos usados :5

Servicio al cliente :5

«HIT» es una marca del Grupo Panasonic.

Los demás nombres de productos y servicios mencionados en este manual son marcas o marcas registradas de sus respectivas compañías.

Precauciones de seguridad

Información general

La instalación de los paneles requiere un alto grado de habilidad y solo deberían realizarla profesionales autorizados y cualificados, incluidos, a título enumerativo, pero no limitativo, técnicos homologados y electricistas autorizados.



ADVERTENCIA

- Es necesario leer y comprender todas las instrucciones antes de intentar la instalación, la conexión, el funcionamiento y el mantenimiento del panel. El contacto con las piezas del panel que presentan tensión eléctrica, tales como los terminales, puede ocasionar quemaduras, chispas y descargas mortales, independientemente de si el panel está conectado o desconectado.
- El instalador asume el riesgo de todas las lesiones que puedan ocurrir durante la instalación, incluido, a título enumerativo, pero no limitativo, el riesgo de descarga eléctrica.
- Los paneles generan energía eléctrica de CC cuando se exponen a la luz solar o a otras fuentes de luz. Aunque un solo panel solo produce una tensión y una corriente reducidas, las descargas y las quemaduras siguen siendo posibles peligros.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones, mantenga cubierta toda la superficie delantera de los paneles con un material denso y opaco (por ejemplo, una caja de cartón) durante la instalación y el manejo de los paneles.
- El riesgo de descarga aumenta a medida que se conectan más paneles en paralelo, ya que producen corrientes más elevadas; y a medida que se conectan más paneles en serie, ya que producen tensiones más elevadas.
- El riesgo de descarga aumenta en los paneles con una tensión nominal en circuito abierto (TCA) superior a 50 V o en los paneles con tensión de sistema máxima nominal superior a 50 V.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica, trabaje solo en condiciones secas, con paneles secos y herramientas secas.
- Para evitar el riesgo de lesiones y de daños al panel, no se sitúe sobre este ni tampoco lo pise.
- No perforo ni dañe la lámina posterior del panel, para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de incendio.
- No golpee la lámina posterior del panel con el conector ni ningún otro objeto.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones, los niños y las personas no autorizadas deben mantenerse alejadas de la instalación de los paneles.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones, asegúrese de que todos los paneles estén completamente conectados a tierra.

- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica, de incendio y de lesiones, no desensamble el panel ni retire ninguna de las piezas instaladas por el fabricante.
- Ninguna persona no autorizada, salvo los profesionales autorizados y cualificados, deben abrir en ningún caso la cubierta de la caja de conexiones, para evitar el riesgo de descarga eléctrica.
- No toque terminales mientras un panel esté expuestos a la luz. Suministre la protección adecuada para evitar el contacto directo con 30 V CC o superior, para evitar el riesgo de descarga eléctrica o de lesiones.
- A la hora de transportar un panel, dos o más personas deben sostenerlo por su bastidor con guantes antideslizantes (para evitar que el panel se escurra y caiga sobre un pie, así como los cortes causados por el borde del bastidor, etc.).
- A la hora de transportar el panel, no lo sujete por los cables ni por la caja de conexiones, para evitar el riesgo de descarga eléctrica, de lesiones o de daños al panel.
- No deje caer ningún objeto sobre las superficies del panel, para evitar el riesgo de descarga eléctrica, de lesiones y de daños.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de incendio, asegúrese de que el resto de los componentes del sistema sean compatibles y de que no sometan al panel a riesgos mecánicos ni eléctricos.
- Dado el riesgo de chispas, no instale el panel en presencia de gases ni vapores inflamables.
- Nunca deje el panel sin apoyos ni sin protección.
- No deje caer el panel.
- No utilice ni instale paneles rotos para evitar el riesgo de incendio, de descarga eléctrica y de lesiones.
- No concentre la luz solar de forma artificial en el panel, para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de incendio.
- No toque los terminales de la caja de conexiones, para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones.
- No cambie el cableado de los diodos de derivación, para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de lesiones.
- No desconecte los terminales mientras los paneles generen electricidad y estén conectados a una carga eléctrica, para evitar el riesgo de descarga eléctrica.
- No toque ningún panel si no es necesario. La superficie de vidrio y los bastidores se calientan. Existe riesgo de quemaduras.



PRECAUCIONES

- Utilice el panel solo para su fin previsto.
- No trate la lámina posterior ni la superficie delantera con pintura ni adhesivos, para evitar pérdidas de funcionalidad, daños, condiciones que impidan el funcionamiento y otros problemas desconocidos.

SEGURIDAD GENERAL

Solicite todos los permisos y respete todos los requisitos de instalación y de inspección.

- Antes de instalar los paneles, contacte con las autoridades competentes para determinar los permisos y los requisitos de instalación y de inspección que han de seguirse.
- Asegúrese de que la construcción o la estructura (cubierta, etc.) en la que se están instalando los paneles sea lo suficientemente resistente.
- Para los paneles montados sobre una cubierta, es posible que se necesiten construcciones o estructuras especiales para ayudar a ofrecer un apoyo de instalación adecuado.
- Tanto la construcción de la cubierta como el diseño de la instalación de los paneles influyen en la resistencia al fuego de un edificio. Una instalación incorrecta podría incrementar el riesgo de incendio. Es posible que se necesiten dispositivos adicionales, tales como fallas a tierra, fusibles e interruptores de desconexión.
- No utilice paneles de especificaciones diferentes en un mismo sistema.
- Siga todas las precauciones de seguridad del resto de los componentes de sistema utilizados.

INSTALACIÓN

Consideraciones generales

- Lea por completo esta guía antes de instalar o utilizar los paneles. Esta sección contiene las especificaciones eléctricas y mecánicas necesarias antes de utilizar los paneles fotovoltaicos Panasonic.
- Los paneles deben fijarse firmemente de forma que sea posible soportar todas las cargas previstas, incluidas las cargas de viento y de nieve.
- Los paneles utilizan un vidrio antirreflectante. La superficie del vidrio se ensucia con facilidad al tocarla con la mano o con guantes. Se recomienda utilizar cartón o bastidores a la hora de transportar o instalar el panel solar. Los cables y conectores también pueden manchar la superficie del vidrio en caso de impacto fuerte. También se recomienda evitar el contacto del cable y los conectores con la superficie de vidrio. (Si la superficie de vidrio se ensucia, consulte la sección de limpieza de la superficie de vidrio antirreflectante.)
- Para un panel o panel no integral, el montaje ha de realizarse sobre una cubierta ignífuga y apta para la aplicación.
- Es necesario utilizar materiales apropiados como accesorios de montaje, para evitar la corrosión del bastidor del panel, de la estructura de montaje y de los propios accesorios.
- Instale los paneles en lugares en los que no les afecte la sombra de obstáculos tales como edificios y árboles. Preste especial atención para evitar que haya objetos que ensombrezcan parcialmente los paneles durante el día.
- Contacte con su representante autorizado de Panasonic para preguntas relacionadas con los perfiles de montaje para los paneles, si fuera necesario.

Notas acerca de la instalación

- Es necesario que haya una separación entre la superficie de la cubierta y el bastidor del panel para permitir la circulación del aire de refrigeración por la parte posterior del panel. Con ello, también se favorece la disipación de cualquier condensación o humedad. Instale los paneles para permitir la circulación del aire entre la cubierta y el panel.
- Recomendamos los métodos de instalación mostrados en la Figura 2 para la serie VBHNxxxSJ25, la Figura 6 para la serie VBHNxxxSJ40, la Figura 8 para la serie VBHNxxxSJ46 y la Figura 10 para la serie VBHNxxxSJ47. En algunas zonas, puede que la instalación y el uso de los paneles se rijan por reglamentos de electricidad locales.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de incendio, no toque ni dañe la lámina posterior del panel con pernos de montaje.

Condiciones de funcionamiento

Panasonic recomienda que los paneles funcionen de acuerdo con las siguientes Condiciones de funcionamiento. Se debe evitar cualquier lugar de instalación con condiciones que rebasen en las Condiciones de funcionamiento ni en las Condiciones especiales (vea a continuación). Las Condiciones de funcionamiento de los paneles Panasonic son las siguientes:

- 1) Los paneles solo deben utilizarse en aplicaciones terrestres; no son aptos para aplicaciones espaciales ni en otras Condiciones especiales (vea a continuación).
- 2) La temperatura ambiente debería oscilar entre -20 y 40 °C.
- 3) La humedad relativa debería encontrarse entre el 45 y el 95 %.
- 4) La carga de la presión del viento del lugar de instalación debería ser menor de 2400 N/m².

Condiciones especiales

- 1) La temperatura ambiente y el lugar de instalación difieren de los recomendados en las Condiciones de funcionamiento.
- 2) Los daños por corrosión salina son importantes en el lugar de instalación.
- 3) Los daños por granizo y nieve son excesivos en el lugar de instalación.
- 4) Los daños por arena y polvo son excesivos en el lugar de instalación.
- 5) La contaminación del aire, vapores químicamente activos, lluvia ácida y hollín, etc. son excesivos en el lugar de instalación.

ESPECIFICACIONES

Notas acerca de las especificaciones

- 1) Las características eléctricas nominales oscilan entre el +10 y el -5 % de los valores medidos en las condiciones estándar de prueba (STC, por sus siglas en inglés). Irradiancia de 1000 W/m², 25 °C de temperatura de la célula e irradiancia solar espectral de conformidad con la norma IEC 60904-3.
- 2) En condiciones normales, es posible que un panel experimente condiciones que produzcan más corriente o tensión que la detectada en las condiciones de prueba de componentes estándar. En

consecuencia, los valores de ICC y la TCA se deben multiplicar por un factor de 1,25 al determinar las capacidades de voltaje, las capacidades de los conductores, el tamaño de los fusibles y el tamaño de los controles conectados a la salida del panel.

- 3) La salida de corriente de los paneles mostrados en las Especificaciones se miden en las condiciones estándar de prueba. Es posible que no se observen estas condiciones en la práctica.

Clase de aplicación del producto

El HIT™ pertenece a la clase de aplicación A. La clase de aplicación A para paneles se define de la siguiente manera:

Clase A: acceso general, tensión peligrosa, aplicaciones eléctricas peligrosas

Los paneles clasificados para su uso en esta clase de aplicación se pueden utilizar en sistemas que operen a más de 50 V CC o 240 W, en los que se prevea un acceso de contacto general. Se considera que los paneles con nivel de seguridad de conformidad con esta parte de las normas IEC 61730-1 e IEC 61730-2 y comprendidos en esta clase de aplicación cumplen los requisitos para la clase de seguridad II.

Clase de protección contra incendios del producto

El HIT™ satisface la clase C de protección contra incendios, de conformidad con la norma IEC 61730-2. Las cubiertas de clase C son eficaces frente a exposiciones de prueba contra incendios. Con dichas exposiciones, las cubiertas de esta clase permiten cierto grado de protección antiincendios en la cubierta, no se desplazan de su posición y, normalmente, no producen pavesas.

Carga mecánica

- Los paneles deben montarse básicamente por los cuatro (4) puntos de los cuartos del panel de la forma mostrada en la Figura 1-1. Sin embargo, puede elegir los puntos de anclaje opcionales (con límites de espacio de fijación), de la forma mostrada en la Figura 1-2 o la Figura 1-3 para la serie VBHNxxxSJ25.
- Los paneles deben montarse básicamente por los cuatro (4) puntos de los cuartos del panel de la forma mostrada en la Figura 5 para la serie VBHNxxxSJ40.
- Los paneles deben montarse básicamente por los cuatro (4) puntos de los cuartos del panel de la forma mostrada en la Figura 7 para la serie VBHNxxxSJ46.
- Los paneles deben montarse básicamente por los cuatro (4) puntos de los cuartos del panel de la forma mostrada en la Figura 9 para la serie VBHNxxxSJ47.
- Este método ofrece una carga máxima de 2400 N/m² (en estado estático) sobre la superficie del panel.

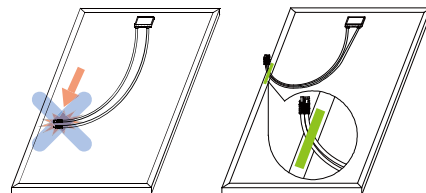
CERTIFICACIÓN

La serie VBHNxxxSJ satisface los requisitos de las normas IEC 61215, IEC 61730-1 y IEC 61730-2 y del marcado CE.

DESEMBALAJE Y MANEJO

- No golpee la lámina posterior del panel con el conector durante el desembalaje o el manejo.

- Para evitar que el conector ocasione daños a la lámina posterior, fije con cinta los cables al bastidor una vez realizado el desembalaje. (vea a continuación)
- Una vez haya fijado los cables al bastidor, no apile los paneles para evitar que los cables sufran daños.
- No agarre los paneles por los cables ni por la caja de conexiones. En cualquier situación, agárrelos por el bastidor y con ambas manos.



CABLEADO

Consideraciones generales

- Todo el cableado debe realizarse de acuerdo con los reglamentos de electricidad aplicables.
- Todo el cableado debe realizarlo un profesional autorizado y cualificado.
- El cableado debe protegerse como ayuda para garantizar la seguridad personal y para evitar que sufra daños.
- Todos los paneles en serie deben corresponder al mismo número o tipo de modelo.
- No conecte los paneles en paralelo sin utilizar una caja de conexiones.
- No desconecte los terminales mientras los paneles generen electricidad y estén conectados a una carga eléctrica, para evitar el riesgo de descarga eléctrica.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y de chispas, conecte cada cable tras confirmar que su polaridad sea la correcta.
- En ubicaciones en las que el cableado deba ser inaccesible para niños o animales pequeños se deben utilizar conductos para cables.

Cableado del panel

- El número máximo de paneles de la serie VBHNxxxSJ25 que pueden conectarse en serie es de diecisiete (17).
- El número máximo de paneles de la serie VBHNxxxSJ40 y de la serie VBHNxxxSJ46 que pueden conectarse en serie es de trece (13).
- El número máximo de paneles de la serie VBHNxxxSJ47 que pueden conectarse en serie es de doce (12).
- Los paneles no deben conectarse en paralelo sin la protección máxima frente a sobretensión.
- Al instalar un generador fotovoltaico, el diseño del sistema debe completarse conforme a las especificaciones eléctricas del panel para una elección adecuada de los inversores, fusibles, disyuntores, reguladores de carga, baterías y otros dispositivos de almacenamiento.
- Estos paneles contienen diodos de derivación instalados de fábrica.

Si estos paneles se conectan incorrectamente entre sí, los diodos de derivación, el cable o la caja de conexiones podrían sufrir daños.

Cableado del generador fotovoltaico

- La expresión «generador fotovoltaico» se utiliza para describir al grupo de paneles de una estructura de apoyo que constan de cableado asociado.
- Utilice cable de cobre resistente a la luz solar y aislado para soportar la máxima tensión posible en circuito abierto.
- Consulte sus reglamentos locales para conocer los requisitos.

Cableado de la puesta a tierra

- El tipo de conexión a tierra debe cumplir la norma IEC 61730-1.
- La conexión a tierra se debe realizar conectándola al panel o al bastidor del generador fotovoltaico, para evitar los riesgos de descarga eléctrica y de incendio.

Terminaciones del panel

- Para las conexiones eléctricas de los paneles se utiliza una caja de conexiones como protección de los terminales.
- Los paneles están equipados con conectores SMK como protección de los terminales. Utilice estos conectores SMK para las conexiones eléctricas.
- Si se suministran dos o más conectores separables, se deben configurar u organizar de forma que no sea posible confundirlos e insertar un conector macho en un conector hembra incorrecto, ya que de lo contrario se produciría una conexión inadecuada.
- Los conectores que interconectan los paneles se deben insertar hasta que se note un chasquido.
- No someta los conectores a tensiones excesivas, para evitar que se desconecten accidentalmente.
- Contacte con su representante autorizado de Panasonic para preguntas relacionadas con otras conexiones eléctricas, si fuera necesario.

Caja de conexiones y terminales

- Los paneles equipados con una caja de conexiones contienen terminales para polaridad tanto positiva como negativa y diodos de derivación.
- Existe un terminal específico para cada polaridad (con los símbolos de polaridad grabados en el cuerpo de la caja de conexiones) (vea la Figura 3).

Conducto

- Para las aplicaciones en las que se utilizan conductos para cables, siga los reglamentos aplicables para la instalación al aire libre de cables en conductos. El diámetro mínimo del conducto para cables es de 4 mm².
- Verifique que todos los accesorios se hayan instalado correctamente, para proteger los cables frente a daños y evitar la entrada de humedad.

DIODOS

Diodos de derivación

- Cuando los paneles en serie se ven afectados parcialmente por sombras, es posible que se produzca una tensión inversa por las células o los paneles, ya que la corriente de otras células de la

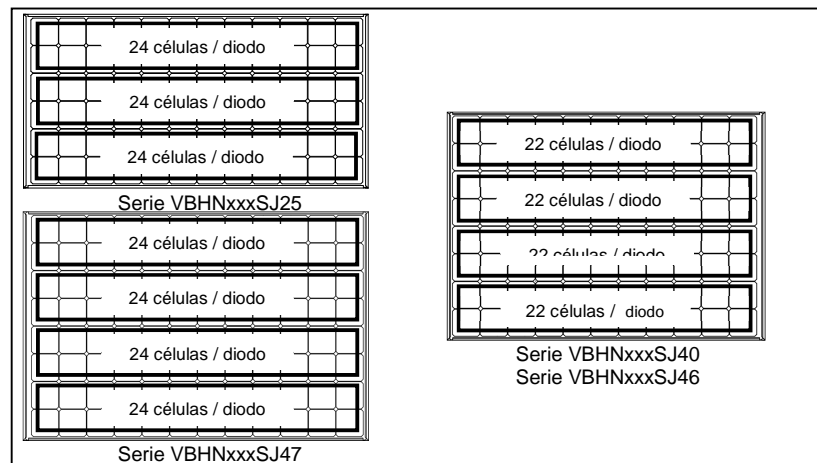


Figura 4: Número de células en serie por diodo de derivación

misma se ve forzada a circular por la zona que recibe sombra. Podría producirse un calentamiento no deseado.

La utilización de un diodo para derivar la zona que recibe sombra puede minimizar el calentamiento y la reducción de la corriente del generador fotovoltaico.

Todos los paneles están equipados con diodos de derivación instalados de fábrica. Los diodos instalados de fábrica aportan una protección adecuada del circuito a los sistemas que se encuentran dentro de la tensión de sistema especificada, de forma que no se necesita ningún otro diodo de derivación adicional.

Las especificaciones del diodo de derivación para la serie VBHNxxxSJ25 se indican a continuación: número de diodos de derivación: 3 diodos; número de células en la serie por diodo de derivación: 24 células / diodo. Las especificaciones del diodo de derivación para la serie VBHNxxxSJ40 y para la serie VBHNxxxSJ46 se indican a continuación: número de diodos de derivación: 4 diodos; número de células en la serie por diodo de derivación: 22 células / diodo. Las especificaciones del diodo de derivación para la serie VBHNxxxSJ47 se indican a continuación: número de diodos de derivación: 4 diodos; número de células en la serie por diodo de derivación: 24 células / diodo (vea la Figura 4).

Contacte con su representante autorizado de Panasonic para conocer el tipo de diodo adecuado, si es necesario para añadir o cambiar diodos debido a las especificaciones del sistema.

MANTENIMIENTO

- Es recomendable realizar cierto mantenimiento para conservar el rendimiento óptimo de los paneles.
- También se recomienda inspeccionar las conexiones eléctricas y mecánicas de forma anual.
- Si necesita una inspección eléctrica o mecánica o alguna tarea de mantenimiento, se recomienda que la inspección o el mantenimiento los realice un profesional autorizado y cualificado, para evitar los riesgos de descarga eléctrica o de daños.
- Panasonic no aceptará la devolución de ningún panel salvo previo consentimiento por escrito por parte de Panasonic.

- Como parte de nuestra política de mejora continua, Panasonic se reserva el derecho a modificar las especificaciones del producto en cualquier momento y sin previo aviso.

Limpieza de la superficie de vidrio antirreflectante

Limpieza de la suciedad

- Si la superficie del panel se ensucia, puede que se reduzca la potencia de salida.
- Se recomienda limpiar la superficie del panel con agua y un paño o esponja suave.
- Para eliminar la suciedad persistente, es posible lavar el panel con un paño de microfibra y etanol.
- Nunca utilice detergentes abrasivos, detergentes alcalinos agresivos ni detergentes ácidos agresivos para limpiar cualquier parte del panel. El rendimiento del panel solar podría verse reducido. Tome todas las precauciones necesarias, ya que la garantía no cubre los daños causados por detergentes.
- Si va a limpiar con detergente, se recomienda comenzar por una zona mínima y empezando por el borde del panel solar, para comprobar que el vidrio no sufra ningún daño.
- Se recomienda leer detenidamente el manual del detergente y comprender las notas relativas al uso y primeros auxilios.

Limpieza de la suciedad por el manejo

- Al contrario que la suciedad persistente, la suciedad de la superficie causada por el contacto con el vidrio no afectará al rendimiento del panel solar. Por ello, no es necesario limpiar la suciedad de la superficie de vidrio causada por el contacto. En el caso de que el cliente prefiera limpiarla, a continuación se detalla el método de limpieza recomendado.
- Frote con cuidado con un paño limpio y detergente neutro para vidrio o detergente neutro y no agresivo para vidrio.
- Después, limpie la superficie de vidrio con un paño húmedo y limpio.
- Han de evitarse los detergentes alcalinos ácidos y agresivos, así como los detergentes que formen una capa protectora en la superficie de vidrio. Dichos detergentes pueden dañar la superficie de vidrio y afectar al rendimiento.

del panel solar. Tome todas las precauciones necesarias, ya que la garantía no cubre los daños causados por detergentes.

- Si va a limpiar con detergente, se recomienda comenzar por una zona mínima y empezando por el borde del panel solar, para comprobar que el vidrio no sufra ningún daño.
- Se recomienda leer detenidamente el manual del detergente y comprender las notas relativas al uso y primeros auxilios.

Descargo de responsabilidad

Panasonic rechaza expresamente cualquier responsabilidad por pérdidas, daños o gastos de cualquier tipo ocasionados por la instalación, el funcionamiento, el uso o el mantenimiento o que se deriven del uso de este manual.

Panasonic rechaza toda responsabilidad por vulneraciones de patentes u otros derechos de terceros como resultado del uso de los paneles.

No se concede ninguna licencia por de forma implícita ni en virtud de ninguna patente o derechos de patente. Se considera que toda la información de este manual es fiable, si bien no constituye ninguna garantía expresa ni implícita.

Panasonic se reserva el derecho a realizar cambios sin previo aviso al producto, a las especificaciones o al manual.

Eliminación de equipos usados



Este símbolo presente en los productos o en los documentos que los acompañan significa que los productos eléctricos o electrónicos usados no se deben mezclar con los residuos domésticos generales.

Para un tratamiento, recuperación y reciclaje correcto de los productos usados, llévelos a los puntos de recogida adecuados, de conformidad con la legislación de su país.

Para más información acerca de la recogida y el reciclaje, contacte con su ayuntamiento.

La eliminación incorrecta de este equipo usado podría dar lugar a sanciones, en función de la legislación de su país.

Servicio al cliente

Para más información, visite eu-solar.panasonic.net o contacte con un representante autorizado de Panasonic.

© SANYO Electric Co., Ltd. 2016
Reservados todos los derechos 28 de julio de 2016

ESPECIFICACIONES

Modelos estándar – VBHNxxxSJ25

Especificaciones eléctricas

Modelo		VBHN245SJ25	VBHN240SJ25
Número de células en serie		72	72
Potencia nominal, vatios (P _{máx})	W	245	240
Tensión a la máxima potencia (V _{pm})	V	44,3	43,6
Corriente a la máxima potencia (I _{pm})	A	5,54	5,51
Tensión en circuito abierto (T _{ca})	V	53,0	52,4
Corriente en cortocircuito (I _{cc})	A	5,86	5,85
Tipo de célula		Heterounión de silicio*	Heterounión de silicio*
Tensión máxima del sistema (T _{ca})	V	1000	1000
Amperaje máximo de protección contra sobrecorriente	A	15	15
Diodos de derivación instalados de fábrica		3	3

Heterounión de silicio*: silicio monocristalino/heterounión de silicio amorfo

Especificaciones mecánicas

Modelo		VBHN245SJ25	VBHN240SJ25
Longitud	mm	1580	1580
Ancho	mm	798	798
Alto	mm	35	35
Peso	kg	15	15

Dimensiones

(Tipo de panel: VBHNxxxSJ25 · · · con conector y cable)

Dimensiones en mm

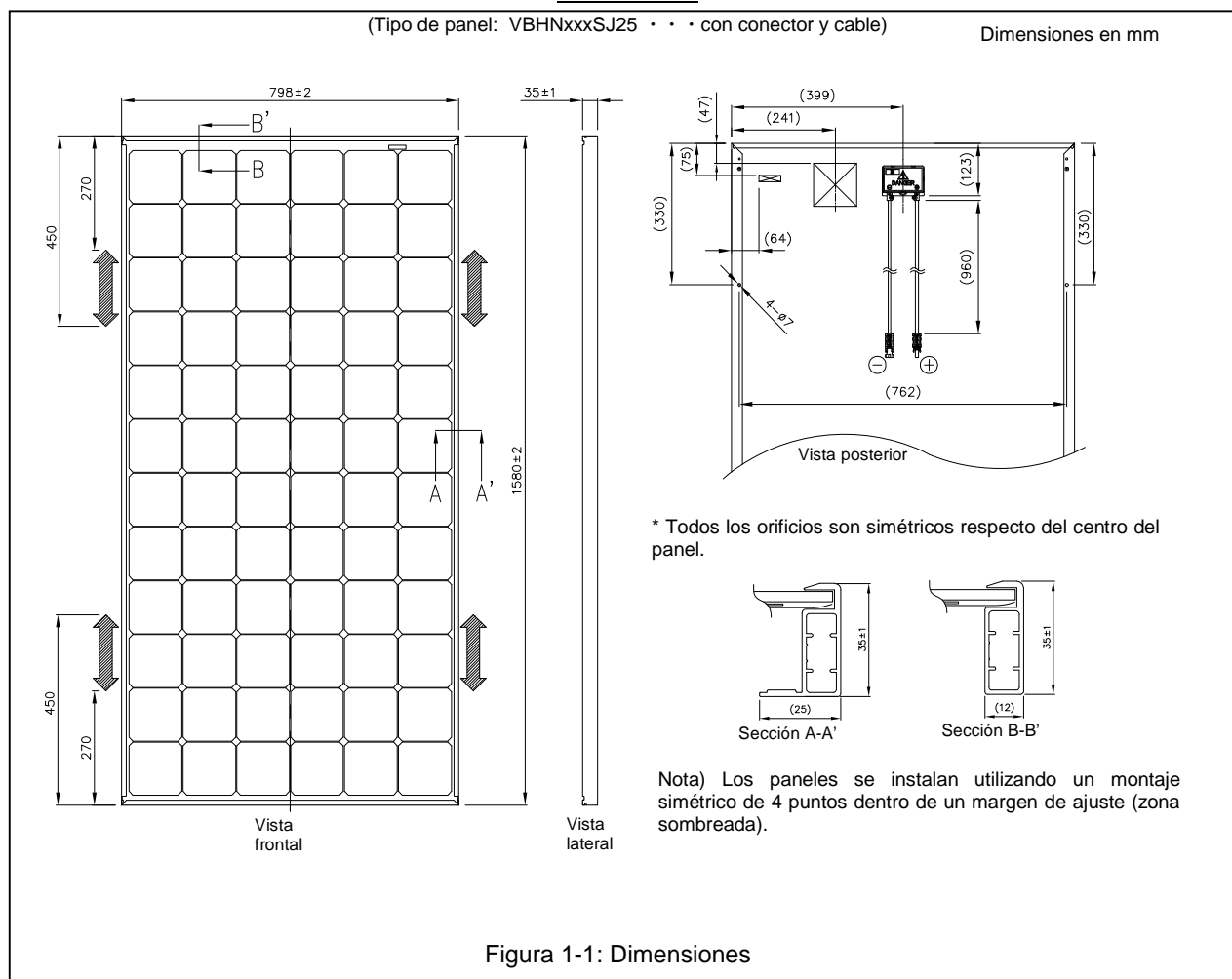


Figura 1-1: Dimensiones

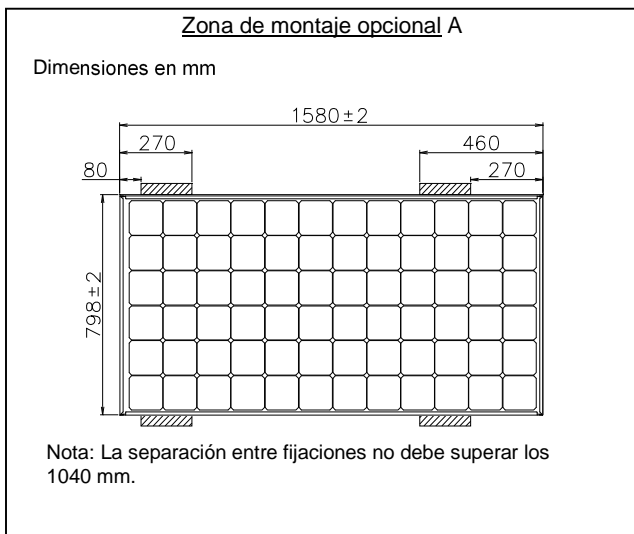


Figura 1-2: Zona de montaje opcional A

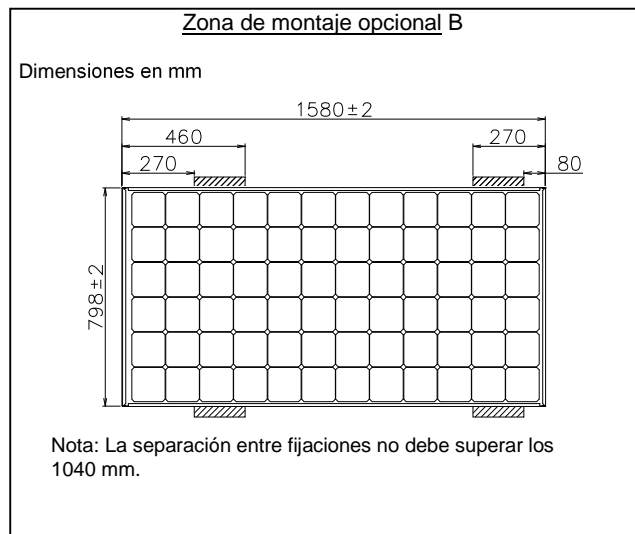
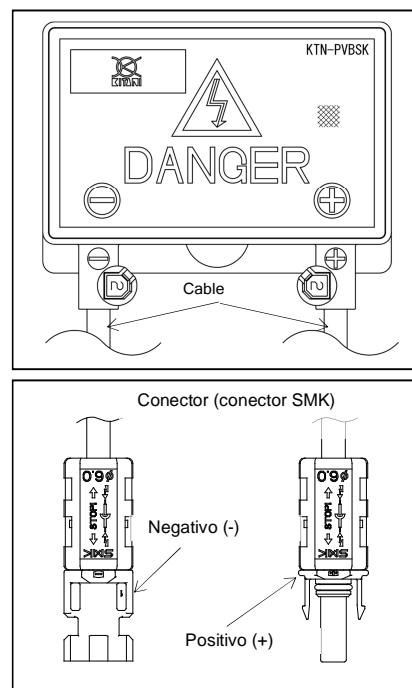
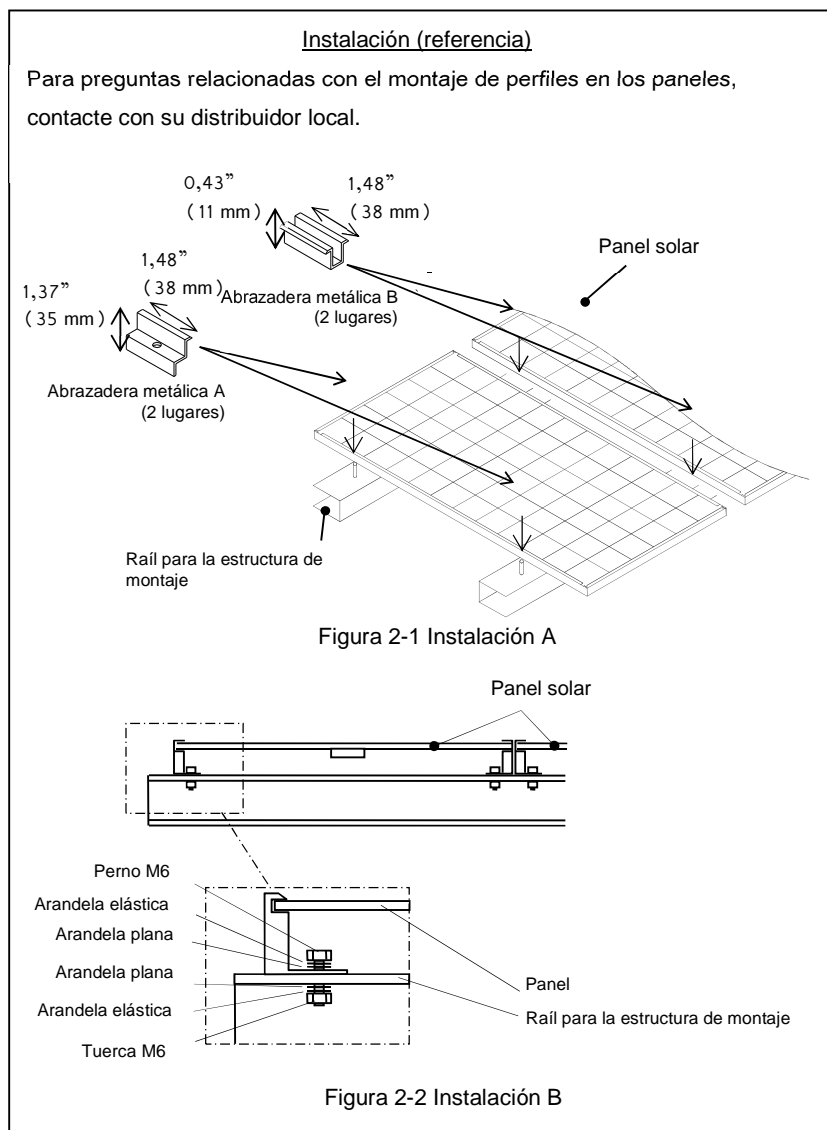


Figura 1-3: Zona de montaje opcional B



ESPECIFICACIONES

Modelos estándar – VBHNxxxSJ40

Especificaciones eléctricas

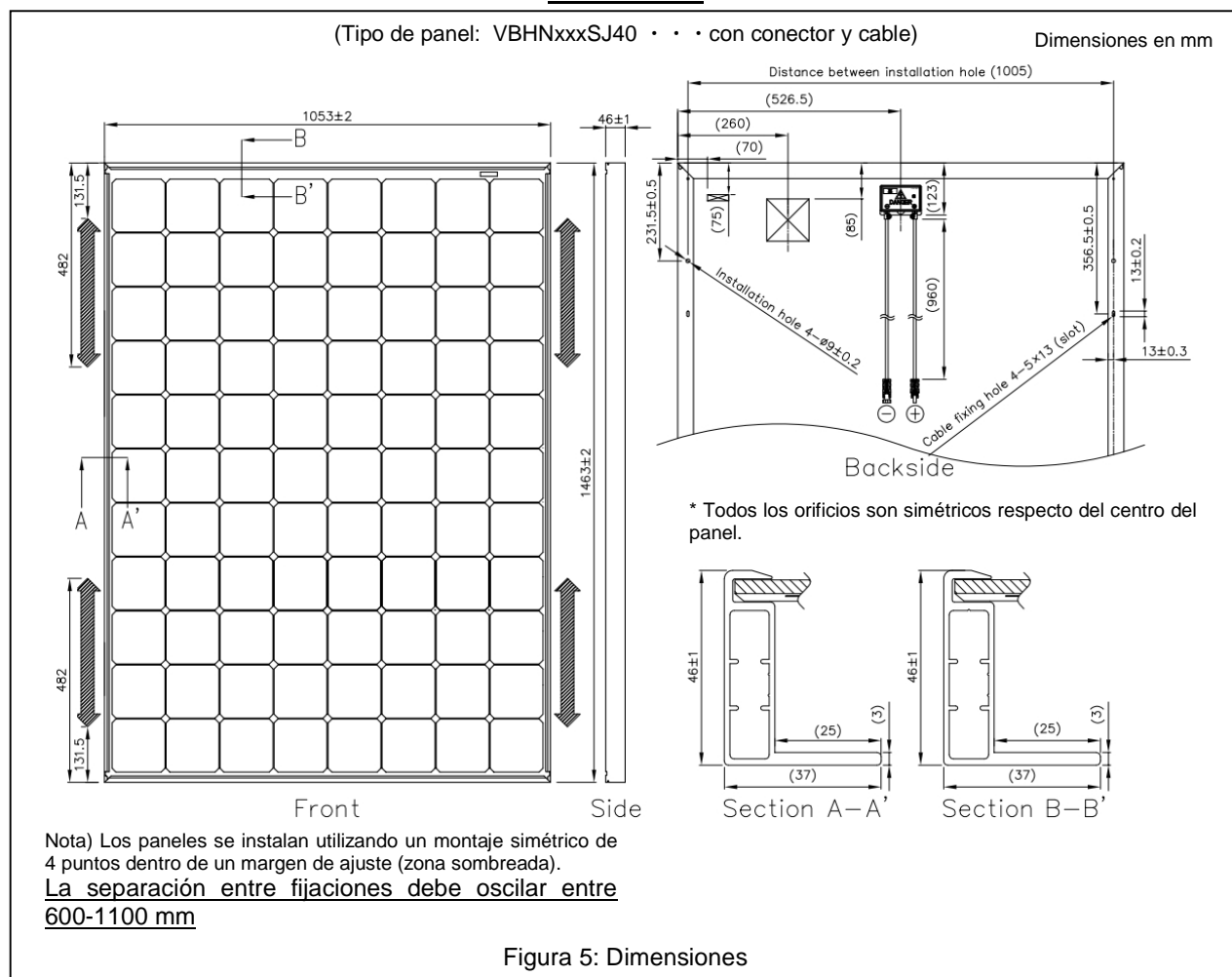
Modelo		VBHN285SJ40
Número de células en serie		88
Potencia nominal, vatios (P _{máx})	W	285
Tensión a la máxima potencia (V _{pm})	V	52,0
Corriente a la máxima potencia (I _{pm})	A	5,49
Tensión en circuito abierto (T _{ca})	V	63,5
Corriente en cortocircuito (I _{cc})	A	5,91
Tipo de célula		Heterounión de silicio*
Tensión máxima del sistema (T _{ca})	V	1000
Amperaje máximo de protección contra sobrecorriente	A	15
Diodos de derivación instalados de fábrica		4

Heterounión de silicio*: silicio monocristalino/heterounión de silicio amorfo

Especificaciones mecánicas

Modelo		VBHN285SJ40
Longitud	mm	1463
Ancho	mm	1053
Alto	mm	46
Peso	kg	18

Dimensiones



Instalación (referencia)

Para preguntas relacionadas con el montaje de perfiles en los paneles, contacte con su distribuidor local.

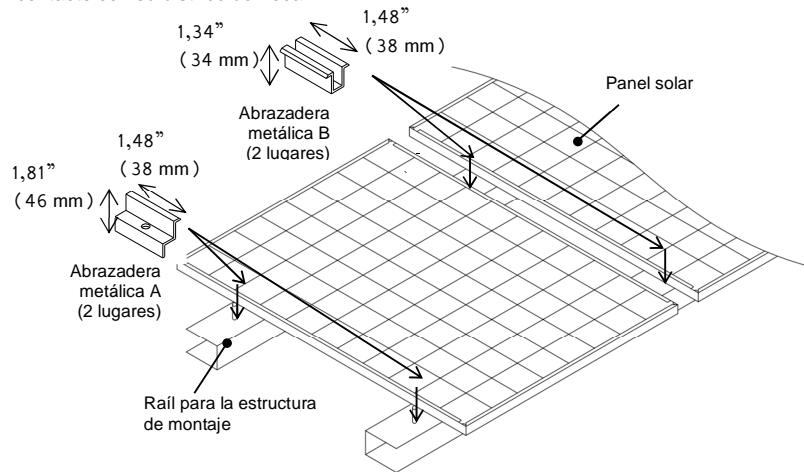


Figura 6-1 Instalación A

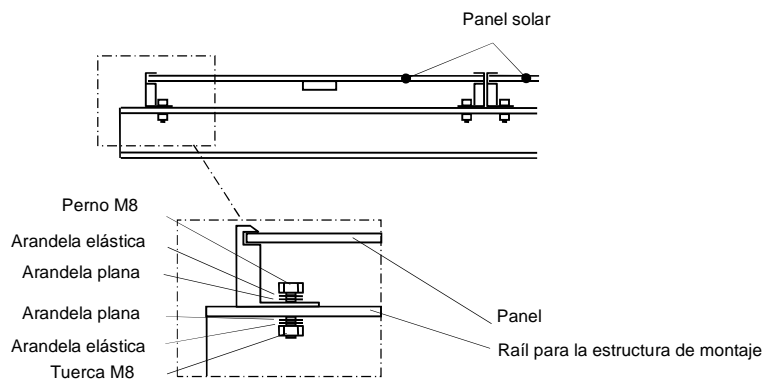


Figura 6-2 Instalación B

ESPECIFICACIONES

Modelos estándar – VBHNxxxSJ46
Especificaciones eléctricas

Modelo		VBHN285SJ46	VBHN295SJ46
Número de células en serie		88	88
Potencia nominal, vatios (P _{máx})	W	285	295
Tensión a la máxima potencia (V _{pm})	V	52,0	52,7
Corriente a la máxima potencia (I _{pm})	A	5,49	5,60
Tensión en circuito abierto (T _{ca})	V	63,5	63,7
Corriente en cortocircuito (I _{cc})	A	5,91	6,00
Tipo de célula		Heterounión de silicio*	Heterounión de silicio*
Tensión máxima del sistema (T _{ca})	V	1000	1000
Amperaje máximo de protección contra sobrecorriente	A	15	15
Diodos de derivación instalados de fábrica		4	4

Heterounión de silicio*: silicio mono cristalino/heterounión de silicio amorfo

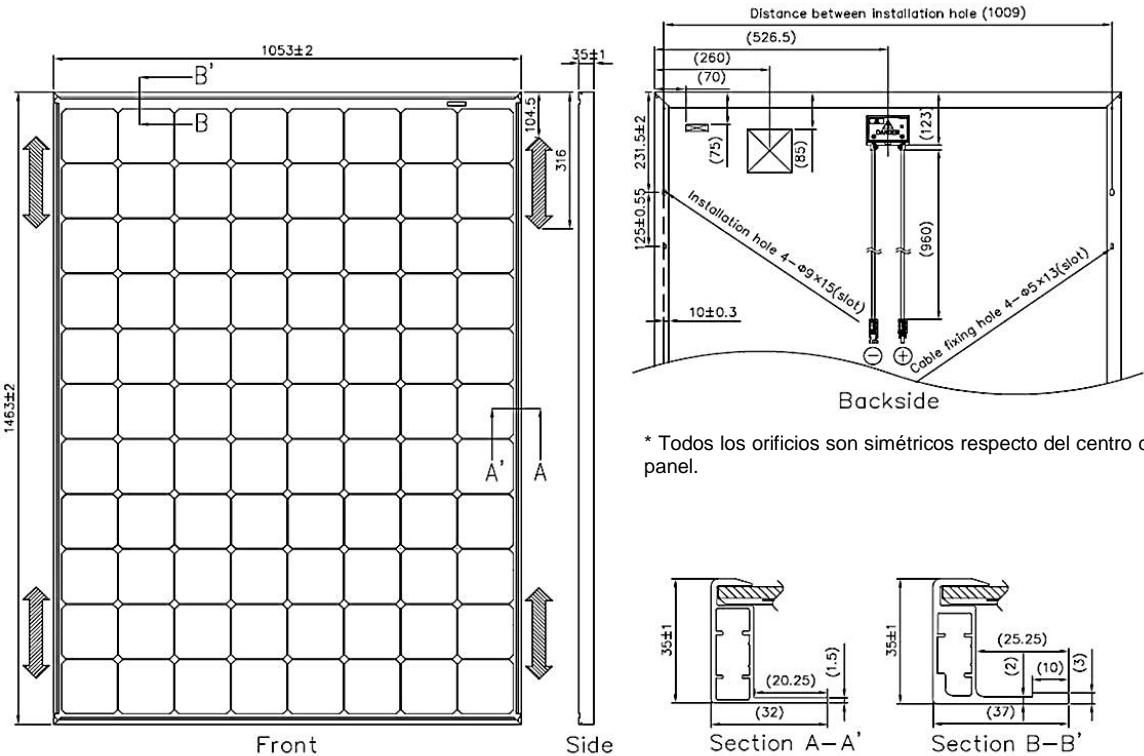
Especificaciones mecánicas

Modelo		VBHN285SJ46	VBHN295SJ46
Longitud	mm	1463	1463
Ancho	mm	1053	1053
Alto	mm	35	35
Peso	kg	18	18

Dimensiones

Dimensiones en mm

(Tipo de panel: VBHNxxxSJ46 · · · con conector y cable)



Nota) Los paneles se instalan utilizando un montaje simétrico de 4 puntos dentro de un margen de ajuste (zona sombreada).

La separación entre fijaciones debe oscilar entre 836-1200 mm

Figura 7: Dimensiones

Instalación (referencia)

Para preguntas relacionadas con el montaje de perfiles en los paneles, contacte con su distribuidor local.

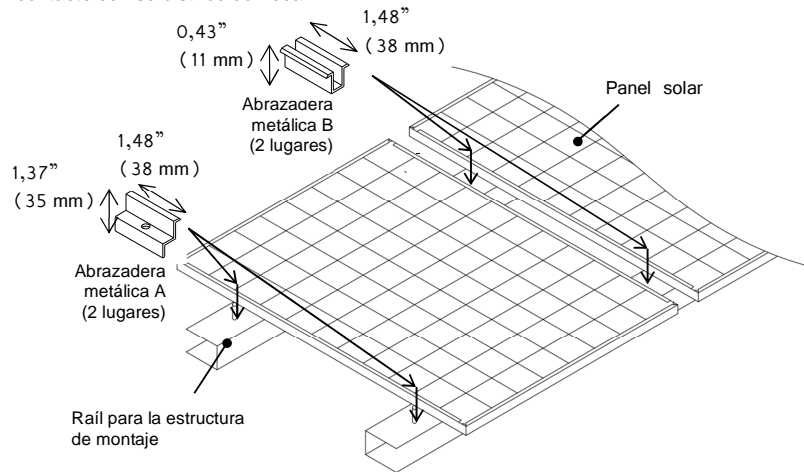


Figura 8-1 Instalación A

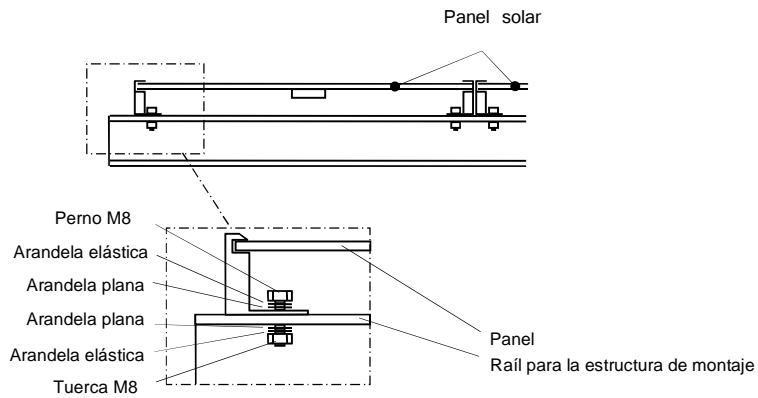


Figura 8-2 Instalación B

ESPECIFICACIONES

Modelos estándar – VBHNxxxSJ47

Especificaciones eléctricas

Modelo		VBHN320SJ47	VBHN325SJ47	VBHN330SJ47
Número de células en serie		96	96	96
Potencia nominal, vatios (P _{máx})	W	320	325	330
Tensión a la máxima potencia (V _{pm})	V	57,3	57,6	58,0
Corriente a la máxima potencia (I _{pm})	A	5,59	5,65	5,7
Tensión en circuito abierto (T _{ca})	V	69,4	69,6	69,7
Corriente en cortocircuito (I _{cc})	A	5,98	6,03	6,07
Tipo de célula		Heterounión de silicio*	Heterounión de silicio*	Heterounión de silicio*
Tensión máxima del sistema (T _{ca})	V	1000	1000	1000
Amperaje máximo de protección contra sobrecorriente	A	15	15	15
Diodos de derivación instalados de fábrica		4	4	4

Heterounión de silicio*: silicio monocristalino/heterounión de silicio amorfo

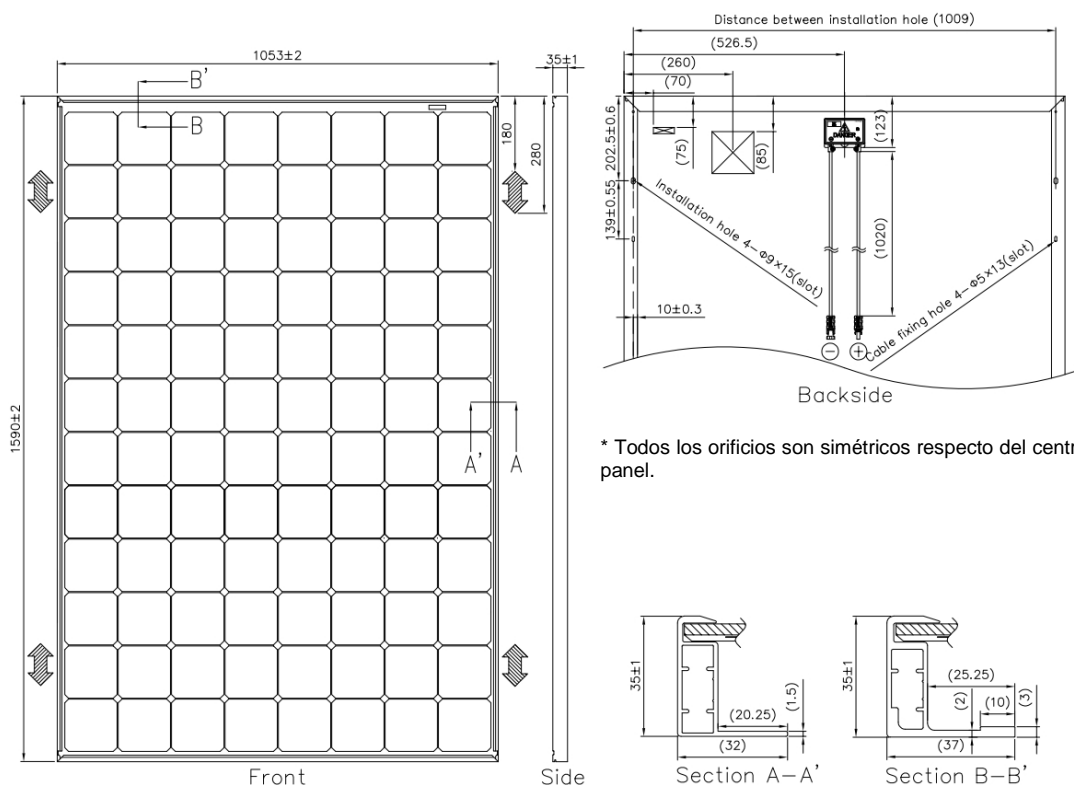
Especificaciones mecánicas

Modelo		VBHN320SJ47	VBHN325SJ47	VBHN330SJ47
Longitud	mm	1590	1590	1590
Ancho	mm	1053	1053	1053
Alto	mm	35	35	35
Peso	kg	19	19	19

Dimensiones

(Tipo de panel: VBHNxxxSJ47 · · · con conector y cable)

Dimensiones en mm



Nota) Los paneles se instalan utilizando un montaje simétrico de 4 puntos dentro de un margen de ajuste (zona sombreada).

La separación entre fijaciones debe oscilar entre 1030-1230 mm

Figura 9: Dimensiones

Instalación (referencia)

Para preguntas relacionadas con el montaje de perfiles en los paneles, contacte con su distribuidor local.

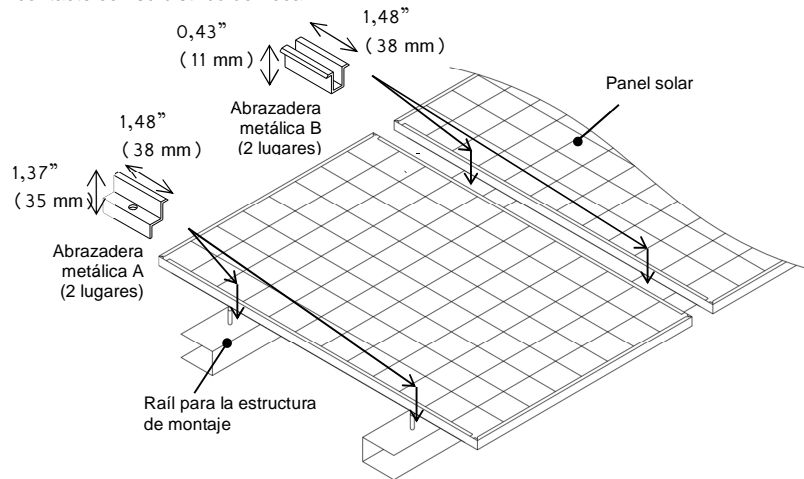


Figura 10-1 Instalación A

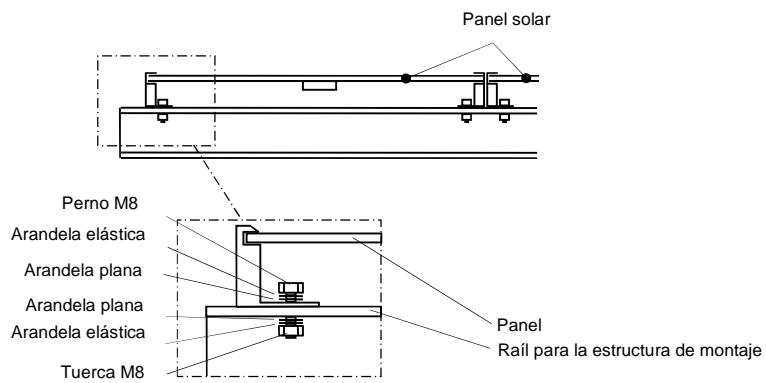


Figura 10-2 Instalación B

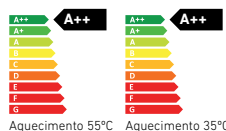
Platinum BC iPlus



NOVIDADE

Inverter: ajusta a potência às necessidades de cada momento.

Temperatura máxima ida 60°C: permite o funcionamento da bomba de calor em instalações com radiadores.



Alto rendimento: coeficiente de desempenho (COP) até 5,1.

Conectividade: Compatível com o termóstato Wi-Fi TXM BAXI Connect, tanto em calor como em frio.

Ligação frigorífica versátil: Diferença de altura máxima entre unidades interior e exterior de 30 m.

Sistema sobrepotenciado: incrementa a potência a baixas temperaturas exteriores para cobrir os requisitos da instalação, fazendo com que as

			4.5 MR	6 MR	8 MR			
	T ida	T ext.						
Pot. Aquecimento / Consumo (1)	35°C	7°C	kW	4,60 / 0,90	5,82 / 1,38	7,90 / 1,82		
	45°C		kW	4,15 / 1,12	5,38 / 1,66	7,87 / 2,37		
COP (1)	35°C			5,11	4,22	4,34		
	45°C			3,70	3,24	3,32		
Pot. Arrefecimento / Consumo (1)	18°C	35°C	kW	3,80 / 0,89	4,69 / 1,15	7,90 / 2,00		
	7°C		kW	4,00 / 1,47	4,50 / 1,89	6,60 / 2,59		
EER (1)	18°C			4,28	4,09	3,99		
	7°C			2,73	2,38	2,55		
Eficiência sazonal aquecimento	35°C	Classe/SPF (2)		A++ / 6,87	A++ / 6,06	A++ / 5,87		
	55°C			A++ / 4,68	A++ / 4,61	A++ / 4,47		
Temperatura ida máxima Aquecimento		°C	55	60	60			
Temperatura ida mínima Arrefecimento		°C	7	7	7			
Capacidade vaso expansão		l	8	8	8			
Tensão alimentação		VHz,~	230,50,1	230,50,1	230,50,1			
Intensidade máxima		A	12	13	19			
Potência acústica - Interior		dB(A)	52,9	52,9	53,3			
Potência acústica - Exterior		dB(A)	62,4	64,8	65,2			
Ligação frigorífica			1/4" - 1/2"	1/4" - 1/2"	3/8" - 5/8"			
Fluido frigorífico R410A (PAG 2088)		kg	1,3	1,4	3,2			
Peso (vazio) - Un. Exterior		kg	42	42	75			
Peso (vazio) - Un. Interior		kg	52	52	52			
			Versão não isolada	Versão isolada	Versão não isolada	Versão isolada		
Conjunto	Referência		7694454	7694455	7694456	7694457	7694458	7694459
	PVP		3.875 €	4.307 €	4.291 €	4.723 €	4.814 €	5.246 €
Unidade interior	Referência		7680456	7683584	7680456	7683584	7680456	7683584
	PVP		1.947 €	2.379 €	1.947 €	2.379 €	1.947 €	2.379 €
Unidade exterior	Referência		7656794		7668016		7609926	
	PVP		1.928 €		2.344 €		2.867 €	

ACESSÓRIOS

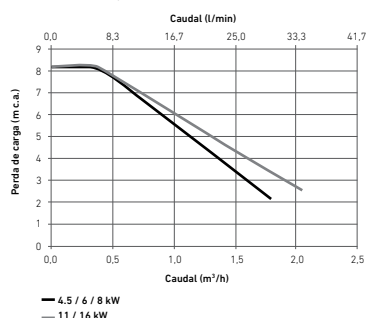
			Escantilhão de montagem da unidade interior com torneiras. Obrigatória para arrefecimento.		Sonda de Humidade Ambiente 0 - 10 V.	
Referência			144007007		7695236	
PVP			165 €		135 €	

(1) Desempenho conforme EN 14511-2.

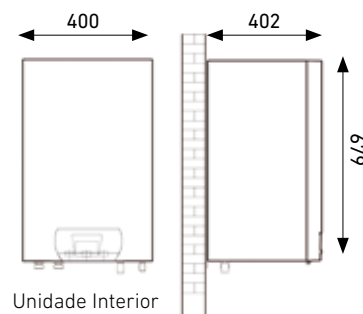
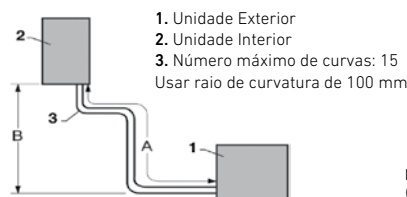
(2) SPF referido a clima quente. Conforme norma EN 14825.

Circulador Platinum BC iPlus

Pressão disponível à saída



	4,5 kW	6/8 kW	11/16 kW
A	30 m	40 m	75 m
B	30 m	30 m	30 m
A máx. pré-carga	7 m	10 m	10 m



Nota: Para produção de AQS podemos fornecer depósitos esmaltados (ver apartado Acumuladores, capítulo Energia Solar e Acumuladores). Recomendamos a interligação das 2 serpentinas. AS 200-2E (indicado para BC iPlus 4,5, 6, 8 e 11). AS 300-2E (indicado para BC iPlus 11 e 16). Para produção de AQS com apoio solar podemos fornecer depósito esmaltado AS 350-2E (consultar página SOLAR EASY ECO AQS BC 350 do apartado Sistemas Solares Térmicos Compactos, do referido capítulo).

resistências elétricas de apoio não funcionem ou o façam menos horas.

Resistências elétricas de apoio integradas: as versões monofásicas (MR) podem configurar o apoio elétrico a 2, 4 e 6 kW, e as trifásicas (TR) a 6 e 9 kW.

Versão isolada: dispõe de todos os componentes hidráulicos adequadamente isolados para evitar a condensação durante o funcionamento em arrefecimento. Deve-se instalar utilizando o escantilhão de montagem.

Regulação até 2 circuitos de climatização: a sua eletrónica avançada, em conjunto com a placa eletrónica adicional (acessório), permitem a gestão

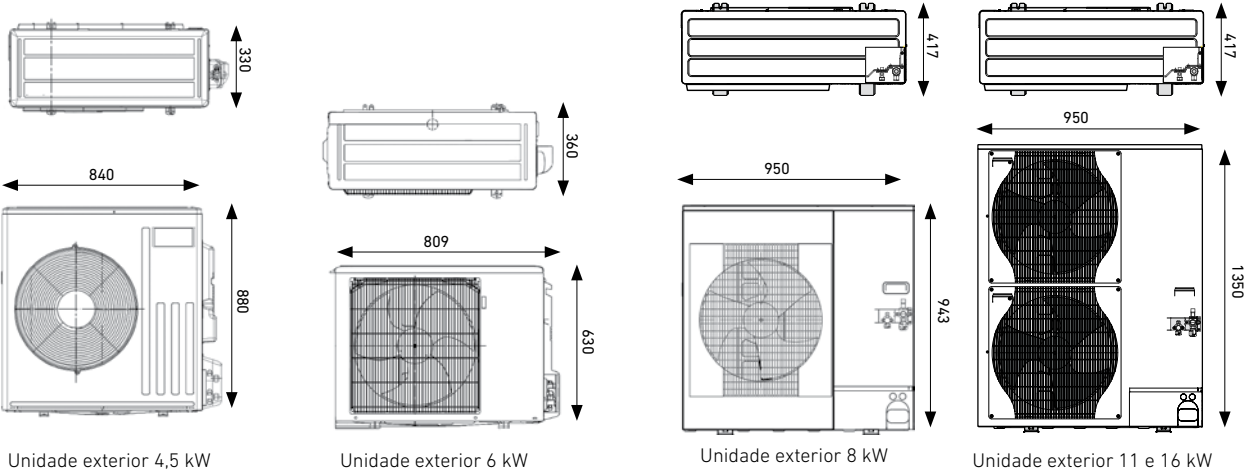
e controlo de 2 circuitos de aquecimento ou arrefecimento após depósito de inércia, um circuito direto e outro com válvula misturadora.

11 MR		11 TR		16 MR		16 TR	
11,39 / 2,45		11,39 / 2,45		14,65 / 3,47		14,65 / 3,47	
12,40 / 3,61		12,40 / 3,61		15,30 / 4,71		15,30 / 4,71	
4,65		4,65		4,22		4,22	
3,44		3,44		3,25		3,25	
11,16 / 2,35		11,16 / 2,35		14,46 / 3,65		14,46 / 3,65	
9,10 / 3,31		9,10 / 3,31		12,50 / 5,39		12,50 / 5,39	
4,75		4,75		3,96		3,96	
2,75		2,75		2,32		2,32	
A++ / 5,85		A++ / 5,85		A++ / 5,71		A++ / 5,71	
A++ / 4,37		A++ / 4,37		A++ / 4,17		A++ / 4,17	
60		60		60		60	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
230,50,1		400,50,3		230,50,1		400,50,3	
29,5		13		29,5		13	
53,3		53,3		53,3		53,3	
68,8		68,8		68,5		68,5	
3/8" - 5/8"		3/8" - 5/8"		3/8" - 5/8"		3/8" - 5/8"	
4,6		4,6		4,6		4,6	
118		118		130		130	
55		55		55		55	
Versão não isolada	Versão isolada	Versão não isolada	Versão isolada	Versão não isolada	Versão isolada	Versão não isolada	Versão isolada
7694460	7694461	7694464	7694465	7694462	7694463	7694466	7694467
6.101 €	6.512 €	6.430 €	6.841 €	7.593 €	8.004 €	7.999 €	8.410 €
7683581	7683585	7683581	7683585	7683581	7683585	7683581	7683585
2.083 €	2.494 €	2.083 €	2.494 €	2.083 €	2.494 €	2.083 €	2.494 €
7609927		7609928		7609929		7609930	
4.018 €		4.347 €		5.510 €		5.916 €	

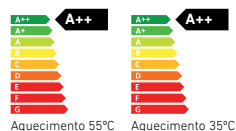
Kit V3V Aquecimento/AQS. Inclui Sonda Acumulador AQS.

Placa eletrónica adicional SCB-04 para controlo dum 2º circuito.

7685541	7683828
270 €	135 €



Platinum BC iPlus Hybrid



Inverter: ajusta a potência às necessidades de cada momento.

Fácil instalação de um sistema híbrido de caldeira mais bomba de calor.

Regulação eletrónica: permite o controlo sobre o conjunto da instalação, fazendo funcionar e parar a caldeira e a bomba de calor em função do custo da energia a cada momento.

Conectividade: Compatível com o termóstato Wi-Fi TSM BAXI Connect, tanto em calor como em frio.

Ligações hidráulicas: a gestão hidráulica do sistema é levada a cabo pela própria bomba de calor.

Inclui o separador hidráulico e circulador que move o fluido por toda a instalação.

Instalação de alta eficiência: a combinação de caldeira e bomba de calor permite obter uma importante poupança de energia em instalações de aquecimento.

Ideal para instalações existentes, por radiadores: Para climas frios (onde é frequente temperatura inferior a 3°C) e temperatura de ida superior a 50°C, o COP desce a valores que compensam o funcionamento com caldeira.

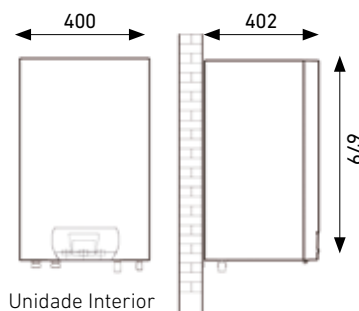
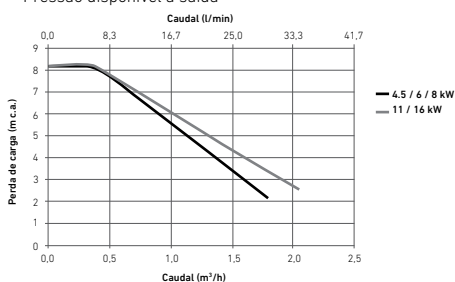
Regulação até 2 circuitos de climatização: a sua eletrónica avançada, em conjunto com a placa eletrónica adicional (acessório), permitem a gestão e controlo de 2 circuitos de aquecimento ou arrefecimento após depósito de inércia, um circuito direto e outro com válvula misturadora.

			4.5 MR	6 MR	8 MR	11 MR	11 TR	16 MR	16 TR
Pot. Aquecimento / Consumo (1)	T ida								
	35°C								
COP (1)	T ext.								
	7°C								
Pot. Arrefecimento / Consumo (1)	35°C								
	45°C								
EER (1)	18°C								
	7°C								
Eficiência sazonal aquecimento	35°C								
	55°C								
Temperatura ida máxima Aquecimento			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Temperatura ida mínima Arrefecimento			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Capacidade vaso expansão			l	l	l	l	l	l	l
Tensão alimentação			VHz~	VHz~	VHz~	VHz~	VHz~	VHz~	VHz~
Intensidade máxima			A	A	A	A	A	A	A
Potência acústica - Interior			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Potência acústica - Exterior			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Ligação frigorífica			1/4" - 1/2"	1/4" - 1/2"	3/8" - 5/8"	3/8" - 5/8"	3/8" - 5/8"	3/8" - 5/8"	3/8" - 5/8"
Fluido frigorífico R410A (PAG 2088)			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Peso (vazio) - Un. Exterior			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Peso (vazio) - Un. Interior			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Versão isolada									
Conjunto			Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência
			PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP
Unidade interior			Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência
			PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP
Unidade exterior			Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência
			PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP
ACESSÓRIOS									
Referência			Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência	Referência
PVP			PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP	PVP
Kit V3V Aquecimento/AQS. Inclui Sonda Acumulador AQS.									
Escantilhão de montagem da unidade interior com torneiras. Obrigatória para arrefecimento.									
Placa eletrónica adicional SCB-04 para controlo dum 2º circuito.									
Sonda de Humidade Ambiente 0 -10 V.									
Referência			7685541	144007007	7683828	7695236			
PVP			270 €	165 €	135 €	135 €			

(1) Desempenho conforme EN 14511-2.

(2) SPF referido a clima quente. Conforme norma EN 14825.

Circulador Platinum BC iPlus
Pressão disponível à saída



Nota: Ver página Platinum BC iPlus deste capítulo para dimensões das Unidades Exteriores e produção de AQS, com ou sem apoio solar.



Platinum BC iPlus V200 Integra

Platinum BC iPlus V200 Integra es la combinación de las bombas de calor Platinum BC iPlus con un kit hidráulico que integra todos los componentes necesarios para el control del agua caliente sanitaria, la calefacción y la refrigeración, y de un depósito acumulador de ACS de 177 litros.

Instalación en armarios de cocina: El conjunto ha sido diseñado para poder ser instalado dentro de armarios de cocina de 600x600 mm, dado que la base es inferior a estas dimensiones.

Flexibilidad en la instalación: El sistema de soporte de la unidad ha sido desarrollado para que las tuberías se puedan instalar por la parte superior, lateral o inferior.

Facilidad de montaje: El sistema ha sido concebido para ser montado por partes, lo que hace que la instalación se realice de manera sencilla. Antes de colocar la unidad interior de la máquina se puede realizar el montaje de las tuberías, lo que permite una fácil instalación incluso dentro de un armario.

Componentes preinstalados: El kit hidráulico integra todos los componentes necesarios para la instalación (filtro, válvula de tres vías, válvula de seguridad de ACS, grifo de llenado), que se suma a los componentes de la unidad interior (válvula de seguridad de calefacción, vaso de expansión y circulador).

SCOP en ACS, aire a 14°C (clima cálido)	3,09
SCOP en ACS, aire a 7°C (clima medio)	2,90
Tiempo calentamiento depósito de ACS (2) min	100
Clase Eficiencia ACS/Perfil dem	A/M
Peso acumulador + kit hidráulico	kg

4.5 MR	6 MR	8 MR	11 MR	11 TR	16 MR	16 TR
3,09	3,08	3,14	2,93	2,93	2,95	2,95
2,90	2,62	2,61	2,74	2,74	2,74	2,74
100	93	81	87	87	87	87
A/M	A/L	A/L	A/L	A/L	A/L	A/L
101	101	101	101	101	101	101

		Versión fancoils *	Versión fancoils *	Versión fancoils *	Versión fancoils *	Versión fancoils *	Versión fancoils *
Platinum BC iPlus	Referencia	7694455	7694457	7694459	7694461	7694465	7694467
	PVP (3)	4.307 €	4.723 €	5.246 €	6.512 €	6.841 €	8.410 €
Acumulador	Referencia	7682229	7682229	7682229	7682229	7682229	7682229
	PVP (3)	905 €	905 €	905 €	905 €	905 €	905 €
Kit hidráulico	Referencia	7682207	7682207	7682207	7682207	7682207	7682207
	PVP (3)	530 €	530 €	530 €	530 €	530 €	530 €

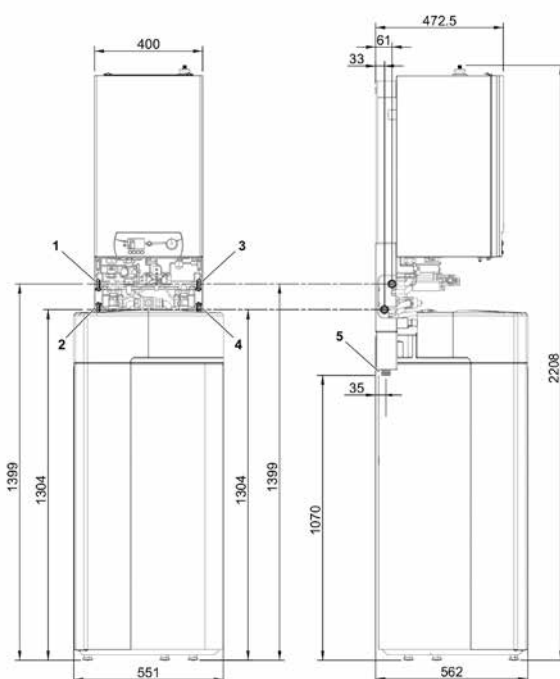
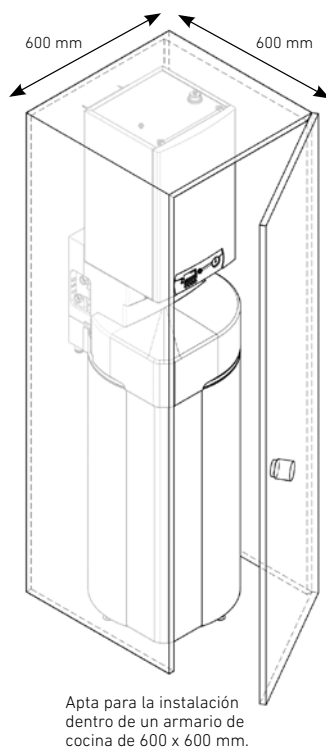
ACCESORIOS	Kit tubería flexible circuito refrigerante
Referencia	7682233
PVP	298 €

(1) Según norma EN 16147:2017.

(2) Temperatura de consigna del agua = 54°C. Temperatura exterior: +7°C. Temperatura del aire interior: +20°C. Según la norma EN 16147.

(3) **Disponible a partir de Junio de 2018.** Tasa de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos incluido en PVP del producto según Directiva EU n° 2012/19.

(*) Si se precisa también se puede pedir la versión sin aislar.

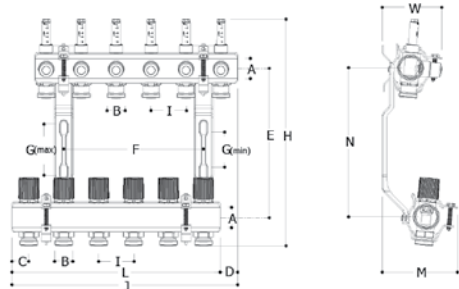


Detalle de los componentes del kit hidráulico

1. Entrada de agua fría sanitaria G 3/4"
2. Salida de agua caliente sanitaria G 3/4"
3. Salida al circuito de calefacción G 3/4"
4. Retorno del circuito de calefacción G 3/4"
5. Salida de desagüe del colector Ø 32

Nota: Ver apartado Platinum BC iPlus para conocer todos los datos técnicos relativos a la bomba de calor en funcionamiento de calefacción y de refrigeración.

Colector pre montado de latón



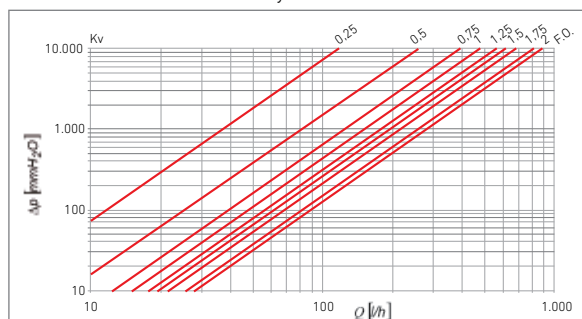
Colector premontado de latón, de 2 hasta 12 circuitos.

- Admite el montaje de cabezales electotérmicos o termostáticos para la regulación del sistema.
- Colector de ida dotado de caudalímetros (0,5 l/min – 5 l/min) y de detentores de regulación con memoria hidráulica para cada circuito, que permite fijar y mantener a posición de tarado.
- Colector de retorno con válvulas micrométricas termostatizables.
- Soportes desplazados para facilitar el conexionado de los tubos.
- Juego de etiquetas autoadhesivas incluido para la identificación de circuitos.
- **Temperatura máxima:** 90°C a 3 bar.
- **Presión máxima:** 10 bar.

	A	B	C	D	E	G _{min}	G _{máx}	H	I	M	N	W
	1"	18	24	25	213	50	73	318	50	106	213	84
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nº de salidas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
F mm	-	-	96	146	196	246	296	346	396	446	496	
L mm	98	148	198	248	298	348	398	448	498	548	598	
J mm	123	173	223	273	323	373	423	473	523	573	623	
Referencia	193200000	193200001	193200002	193200003	193200004	193200005	193200006	193200007	193200008	193200009	193200010	
PVP	97 €	137 €	172 €	204 €	239 €	277 €	314 €	348 €	386 €	424 €	463 €	

Pérdida de carga

Considerando colector de ida y de retorno



	Kv
0,25	0,12
0,5	0,26
0,75	0,40
1	0,49
1,25	0,57
1,5	0,64
1,75	0,71
2	0,84
Totalmente Abierto	0,89

Enlaces de compresión para conexión del tubo a la salida del colector de latón:

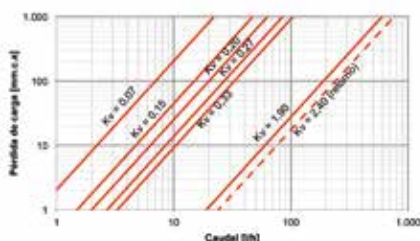
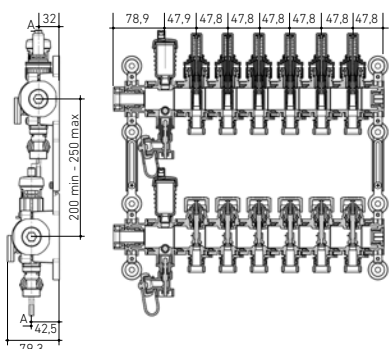
- **193200039** para tubo plástico 16 x 1,5.
- **193114032** para tubo plástico 16 x 1,8.
- **193114020** para tubo plástico 20 x 2.

Ver Capítulo Enlaces de compresión para más información.



	Purgador y grifo de carga y descarga	Purgador, termómetro y grifo de carga y descarga	Válvula de esfera Macho-Hembra cromada 1" con enlace y palomilla
Nº de salidas	1	1	1
Conexión	1"	1"	1"
Referencia	193200022	193200023	193200034
PVP	17,65 €	41,30 €	22,00 €

Colector modular de plástico



Ida detector con
caudalímetro

Retorno válvula
manual

Ida/retorno enchufe
rápido de colector a
tubo de plástico

Elemento intermedio

Elemento intermedio

Tubo a colector

Nº de salidas

1

1

1

1

Conexión

clip 1"

clip 1"

Tubo Ø16 x
(1,5 o 1,8)

Tubo Ø20 x 2

Referencia

7217294

7217295

7217292

7705450

PVP

13,15 €

13,65 €

5,25 €

5,75 €

Pérdida de carga del regulador de caudal según apertura

Apertura	Kv
Totalmente Abierto	1,90
5 l/min	0,33
4 l/min	0,27
3 l/min	0,20
2 l/min	0,15
1 l/min	0,07

Kv del retorno del colector: 2,40



Ida / retorno
tapón

Ida / retorno
Módulo reducción
1"

Ida / retorno
soporte para
colector

Ida / retorno
purgador y reloj

Ida / retorno
purgador
automático y reloj

Elemento terminal

Elemento terminal

2 uds.

Elem. intermedio

Elem. intermedio

Conexión

clip 1"

clip 1"

clip 1"

clip 1"

clip 1"

Referencia

7217296

7217297

7217298

7217293

7684003

PVP

5,25 €

9,00 €

10,50 €

22,00 €

32,00 €

Hasta 6 salidas 2
soportes Para más de 6
salidas 4 soportes

Tubería



Tubo en Polietileno reticulado de alta densidad PE-X con BAO

- El tubo en Polietileno reticulado de alta densidad permite distribuir agua caliente para instalaciones de calefacción tradicionales y para instalaciones de calefacción por suelo radiante.
- La materia base del polietileno es el etileno, que según su proceso de fabricación (polimerización) puede ser de baja, media o alta densidad. La densidad del material define lo compactas que están las moléculas del plástico. A mayor densidad, mayor compactación, y por tanto, los enlaces de las cadenas moleculares son más fuertes, haciendo al plástico más resistente a la presión y a la temperatura.
- El tubo BAXI pertenece a los polietilenos de alta densidad, lo que asegura su durabilidad incluso en combinación de presiones y temperaturas elevadas.
- Incorpora barrera anti-oxígeno (BAO) que evita la corrosión de los componentes metálicos de la instalación por incursión de oxígeno a través del tubo plástico.

- Conforme a las Normas EN ISO 15875 y DIN 4726, del cual destacan los excelentes resultados por su baja permeabilidad al oxígeno en dos puntos característicos:

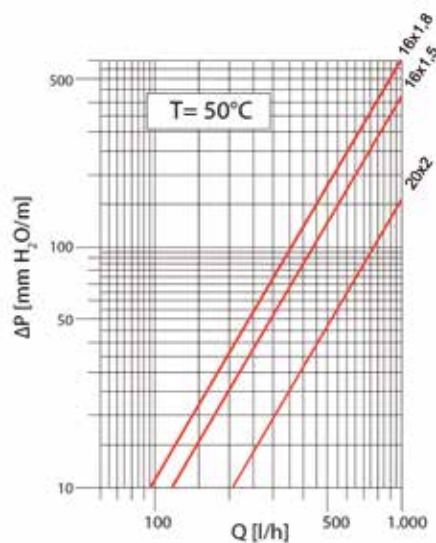
Tubo a 40 °C; permeabilidad < 0,01 mg/(m²-dia)
Tubo a 80 °C; permeabilidad = 1,09 mg/(m²-dia)

- Valores inferiores a los requerimientos exigidos según Normas:

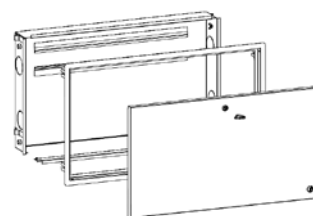
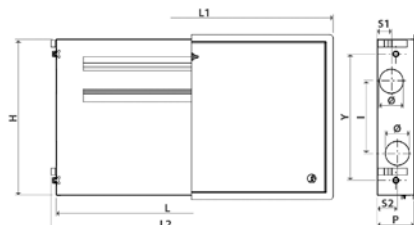
EN1264 (suelo radiante), apartado 4, establece que la permeabilidad debe ser inferior o igual a 0,32 mg/m².dia a 40°C.

DIN 4726 establece que ha de ser inferior a 0,32 mg/m².dia a 40°C e inferior a 3,60 mg/m².dia a 8w.

Diámetro x Espesor	16 x 1,5	16 x 1,5	16 x 1,8	16 x 1,8	20 x 2	20 x 2
Metros / Rollo	240	500	240	500	240	400
Color	Rojo	Rojo	Blanco	Blanco	Rojo	Rojo
Referencia	7691530	7691531	7691532	7691533	7691534	7691535
PVP / m	1,55 €	1,55 €	1,60 €	1,60 €	2,25 €	2,25 €
PVP / rollo	372 €	775 €	384 €	800 €	540 €	900 €



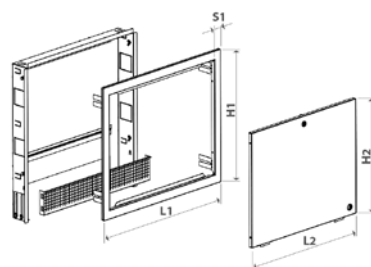
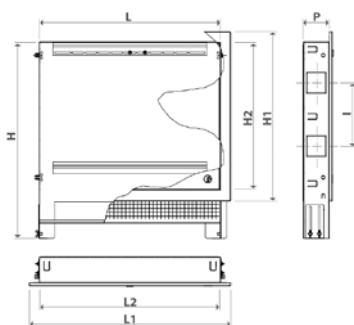
Armarios



Armario empotrable estándar

Caja empotrable, de chapa electrogalvanizada, con puerta y bastidor de chapa pintada RAL 9010. Dotada de cerradura para el cierre de la puerta.

		De 2 a 3 circuitos	De 4 a 7 circuitos	De 8 a 10 circuitos	De 11 a 12 circuitos
Dimensiones útiles netas (LxHxP)	mm	400 x 460 x 110	600 x 460 x 110	800 x 460 x 110	1.000 x 460 x 110
I	mm	213	213	213	213
Y	mm	374	374	374	374
L1	mm	440	640	840	1.040
L2	mm	432	632	832	1.032
S1	mm	42	42	42	42
S2	mm	60	60	60	60
Ø	mm	72	72	72	72
Referencia		7212920	193200041	7212921	193200042
PVP		80 €	105 €	110 €	140 €



Soporte

Armario empotrable Slim **NOVEDAD**

Caja metálica para empotrar de profundidad y altura regulable, en acero electrozincado.

Puerta y marco en acero pintado, soporte de suelo regulable en altura, red metálica para enlucido, cierre por llave.

		De 2 a 3 circuitos	De 4 a 7 circuitos	De 8 a 10 circuitos	De 11 a 12 circuitos	Más de 12 circuitos
Dimensiones útiles netas (LxHxP)	mm	400 x 650 x 85	600 x 650 x 85	800 x 650 x 85	1.000 x 650 x 85	1.200 x 650 x 85
I	mm	210	210	210	210	210
L1	mm	468	668	868	1.068	1.268
H1	mm	562	562	562	562	562
S1	mm	35	35	35	35	35
L2	mm	398	598	798	998	1.198
H2	mm	492	492	492	492	492
Referencia		7689929	7689930	7689931	7689932	7697070
PVP		139 €	157 €	185 €	212 €	244 €
Soporte de colector para armario Slim						
Referencia		7691115				
PVP		8,00 €				

Regulación



Centralita de regulación SR8Z

- Regulación Calor / Frio pudiéndose conectar a calderas o bombas de calor reversibles
- Mismo módulo técnico para las dos tecnologías BUS y radio: el módulo técnico BUS se transforma en radio cableando el receptor
- Regulación en un solo equipo de hasta 8 zonas
- Posibilidad de ampliación de control de zonas conectando dos módulos en serie
- Regulación de electroválvulas o motores
- Certificado Eu.Bac

Clasificación ErP (1)	IV
Contribución a la eficiencia según ErP (1)	2%
Referencia	7216916
PVP	192 €

SR8Z BR

Kit receptor inalámbrico. Permite el uso de los termostatos inalámbricos RD SR o RX SR.

1 solo kit receptor para un máximo de 8 termostatos inalámbricos por centralita.

7216917

70 €

Termostatos de la centralita de regulación SR8Z



TD SR

Termostato hilos

TX SR

Termostato hilos programable.

RD SR

Termostato inalámbrico. Es necesario conectar un receptor inalámbrico SR8Z BR en la centralita de regulación SR8Z.

RX SR

Termostato inalámbrico programable. Es necesario conectar un receptor inalámbrico SR8Z BR en la centralita de regulación SR8Z.

Clasificación ErP (1)	IV	IV	IV	IV
Contribución a la eficiencia según ErP (1)	2%	2%	2%	2%
Referencia	7216918	7216920	7216919	7219297
PVP	69 €	108 €	92 €	132 €

Centralita de regulación SR8Z y termostatos de la gama SR solo compatibles entre sí.

(1) Combinando la Centralita de regulación SR8Z con los termostatos propios de la gama SR.



Centralita de regulación BC

- Control de la instalación con suelo radiante / refrescante.
- Regula la temperatura de ida en calefacción mediante una válvula mezcladora en función de la temperatura de exterior y en función de la temperatura interior.
- Regula la temperatura de ida en modo frío mediante una válvula mezcladora en función de la temperatura exterior y en función de la temperatura interior.
- Regula la humedad de ambiente activando o desactivando el circuito de fancoils.

Clasificación ErP (1)	III
Contribución a la eficiencia según ErP (1)	1,50 %
Referencia	144007010
PVP	694 €



Cabezal electrotérmico normalmente cerrado



Cabezal electrotérmico normalmente cerrado con micro-interruptor



Sonda de humedad ON/OFF contacto a colector de suelo radiante

	24 V DC	230 V AC	24 V DC	230 V AC	
Referencia	7692551	193200024	7692552	193200040	7694864
PVP	35 €	35 €	41 €	41 €	156 €



IMEQ Conducto

Las unidades fancoil de conductos de muy baja silueta (241mm).

Alta eficiencia (DC Inverter) y funcionamiento super-silencioso.

Intercambiador con 3 filas de tubería.

Sistema a 2 tubos.

Filtro extraíble sin abrir conducto.

Panel retorno intercambiable (posterior/inferior).

Posibilidad de aportación de aire fresco exterior.

Presión estática disponible 12/30/50 Pa.

Bandeja de condensados a izquierda (vista frontal) extendida de serie.

Modelo		IQD30	IQD50	IQD60	IQD80	IQD110	
Alimentación		V/Ph/Hz		220-240/1/50			
Caudal de aire A/M/B		m³/h	596 / 442 / 311	865 / 626 / 441	1.022 / 760 / 544	1.452 / 1.038 / 781	2.134 / 1.581 / 1.083
Standard external static pressure		Pa	12 Pa (por defecto); ajustable a 30/50				
Refrigeración (1)	Capacidad A/M/B	kW	3,12 / 2,72 / 2,10	4,46 / 3,59 / 2,83	5,85 / 4,82 / 3,78	8,02 / 6,36 / 5,08	10,79 / 8,86 / 6,79
	Caudal agua A/M/B	m³/h	0,60 / 0,48 / 0,37	0,79 / 0,63 / 0,50	1,05 / 0,85 / 0,65	1,42 / 1,11 / 0,89	1,93 / 1,57 / 1,20
	Pérdida carga A/M/B	m.c.a.	2,43 / 1,67 / 1,15	1,67 / 1,15 / 0,78	3,20 / 2,24 / 1,45	3,22 / 2,09 / 1,42	2,68 / 1,92 / 1,31
	Consumo A/M/B	W	20 / 12 / 7	39 / 19 / 11	49 / 24 / 12	60 / 28 / 16	106 / 49 / 21
Calefacción (2)	Capacidad A/M/B	kW	3,82 / 3,08 / 2,28	5,27 / 4,21 / 3,21	6,62 / 5,38 / 4,00	9,15 / 7,08 / 5,58	12,62 / 10,15 / 7,47
	Caudal agua A/M/B	m³/h	0,67 / 0,54 / 0,41	0,92 / 0,73 / 0,57	1,15 / 0,94 / 0,71	1,59 / 1,26 / 0,98	2,23 / 1,78 / 1,31
	Pérdida carga A/M/B	m.c.a.	2,55 / 1,80 / 1,15	1,88 / 1,27 / 0,83	3,23 / 2,27 / 1,39	3,36 / 2,20 / 1,42	3,00 / 2,25 / 1,21
	Consumo A/M/B	W	23 / 13 / 8	43 / 21 / 11	53 / 26 / 12	65 / 30 / 17	115 / 52 / 22
Calefacción (3)	Capacidad A/M/B	kW	4,51 / 3,61 / 2,71	6,26 / 4,99 / 3,81	7,84 / 6,35 / 4,81	10,88 / 8,46 / 6,68	14,90 / 11,92 / 8,89
	Caudal agua A/M/B	m³/h	0,60 / 0,18 / 0,37	0,79 / 0,63 / 0,50	1,05 / 0,85 / 0,65	1,42 / 1,11 / 0,89	1,93 / 1,57 / 1,20
	Pérdida carga A/M/B	m.c.a.	1,96 / 1,32 / 0,87	1,40 / 0,97 / 0,64	2,69 / 1,86 / 1,16	2,68 / 1,72 / 1,17	2,31 / 1,63 / 1,04
	Consumo A/M/B	W	23 / 13 / 8	43 / 21 / 11	52 / 25 / 13	65 / 30 / 17	114 / 51 / 22
Presión sonora A/M/B (0 Pa)		dB(A)	38 / 32 / 25	44 / 36 / 29	45 / 37 / 30	46 / 37 / 30	50 / 42 / 33
Máxima presión de trabajo		MPa	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Dimensiones ancho×alto×fondo		mm	841×241×522	941×241×522	1.161×241×522	1.461×241×522	1.856×241×522
Peso		kg	19,00	21,00	23,70	33,00	39,20
Tubería entrada/salida de agua		Pulg.	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Tubería de drenaje		mm	Ø20	Ø20	Ø20	Ø20	Ø20
Referencia			7663846	7663847	7663848	7663849	7663850
PVP			335 €	360 €	370 €	540 €	620 €

(1) Temp. entrada/salida agua 7/12°C, Temp. Ambiente 27°C BS, 19°C BH.

(2) Temp. entrada/salida agua 45/40°C, Temp. Ambiente 20°C BS.

(3) Temp. entrada agua 50°C. Ambiente 20°C BS.

NOTA:

A= velocidad alta; M= velocidad media; B= velocidad baja.



Controles y Regulaciones	TXW-1500	TMW-1000
Referencia	7663857	7663856
PVP	95 €	50 €

- Control digital para fancoil.
- Modo Refrigeración/Calefacción/Off.
- Selector de 4 velocidades de ventilador incluido modo "Auto".
- Rango de selección de temperatura de 17-30°C.
- Visualización permanente de la temperatura ambiente.
- Temporizador horario.
- Alimentación (230V;1~;50 Hz).
- Señal On/Off para válvula de zona.

- Control electromecánico para fancoil.
- Modo Refrigeración/Calefacción/Off.
- Selector de 3 velocidades de ventilador.
- Rango de selección de temperatura de 10-30°C.
- Alimentación (230V;1~;50 Hz).
- Señal On/Off para válvula de zona.



Esmaltados equipados para Solar FST 160, 200, 300, 400 y 500

Fabricados en acero esmaltado.

Circuito primario con dos serpentines cónicos de alto rendimiento.

Aislamiento del depósito mediante espuma rígida de poliuretano inyectado, libre de CFC.

Incorpora la protección por ánodo

de sacrificio de magnesio e indicador de su estado.

Opcionalmente, permiten la conexión de equipos de protección catódica electrónica. (Excepto FST 160).

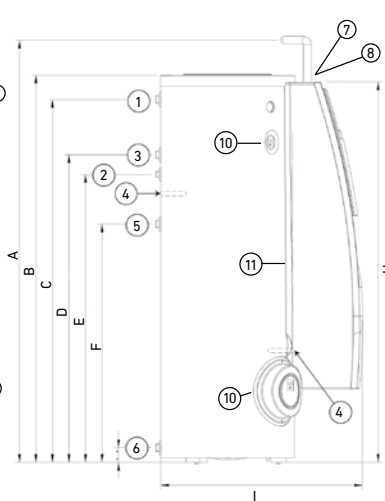
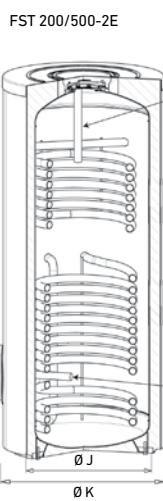
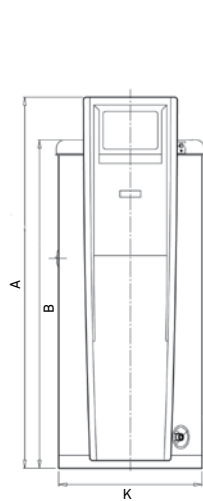
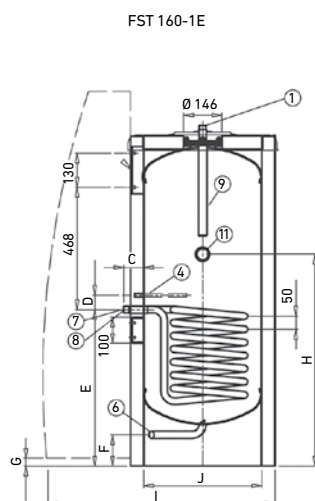
El grupo hidráulico incorpora: Centralita solar, circulador de alta

eficiencia, vaso de expansión solar de 18 l, caudalímetro, separador de aire, válvula de seguridad y llaves de llenado y de vaciado.

Garantía 5 años (ver condiciones en la tarjeta que se adjunta con el producto).

	FST 160-1E	FST 200-2E	FST 300-2E	FST 400-2E	FST 500-2E
Volumen ACS	l	160	225	300	400
Tipo de intercambiador	1 serpentín	2 serpentines	2 serpentines	2 serpentines	2 serpentines
Volumen serpentín superior	l	-	5,1	6,7	6,7
Volumen serpentín inferior	l	3,19	8,10	10,10	12,10
Instalación	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Presión máx. primario	bar	6 bar.	10	10	10
Temp. máx. primario	°C	110	110	110	110
Presión máx. secundario	bar	8	10	10	10
Temp. máx. secundario	°C	95	95	95	95
Clase de eficiencia energética	C	C	C	C	C
Peso en vacío	kg	85	106	129	156
Referencia	7220820	7628740	7628743	7628744	7680684
PVP	2.049 €	2.502 €	2.720 €	3.008 €	3.222 €
Protección catódica electrónica					
Referencia	-	7215375		7215376	
PVP	-	202 €		305 €	
Resistencia eléctrica	1,5 kW	2,5 kW			
Referencia	7504307	7504308			
PVP	201 €	232 €			
Grupo de seguridad Flexbrane					
Referencia		195230008		195230007	
PVP		26,15 €		75 €	

FST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	ØJ	ØK
160	1.430	1.265	75	55	597	120	30	809	895	450	550
200	1.718	1.423	1.324	1.182	1.092	912	71	1.400	919	500	604
300	1.898	1.796	1.694	1.487	1.397	1.127	71	1.500	922	500	604
400	1.899	1.672	1.558	1.307	1.217	992	66	1.500	1.019	600	704
500	1.983	1.812	1.666	1.448	1.358	1.133	71	1.600	1.069	650	804



1. Salida agua caliente 1" Gas/H
2. Recirculación 3/4" Gas/H
3. Ida caldera de apoyo 1" Gas/H
4. Sonda Ø16 mm int.
5. Retorno caldera de apoyo 1" Gas/H
6. Entrada agua fría 1" Gas/H
7. Entrada intercambiador solar 1" Gas/H
8. Salida intercambiador solar 1" Gas/H
9. Ánodo de sacrificio 1 Ánodo (FST 160-200), 2 ánodos (FST 300-500)
10. Indicador de ánodo de magnesio
11. Resistencia eléctrica 1 1/2" Gas/H



BAXI Connect

TXM

Termostato Ambiente Modulante Wi-Fi Cableado



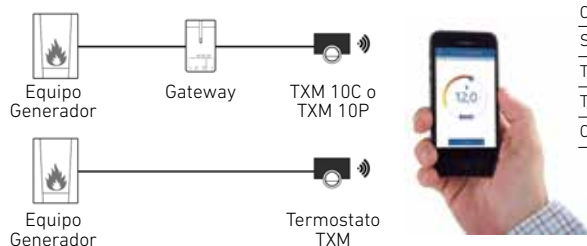
Termostato Ambiente Modulante Wi-Fi Cableado

- Termostato modulante o universal (ON/OFF)
- Pantalla TFT full color 5,8" con iluminación automática
- Funcionamiento sin pilas
- Idiomas: Español, Portugués, Inglés, Alemán, Francés, Italiano, Holandés, Ruso, Danés, Turco, Griego...
- Programación semanal/diaria con franjas de 10 minutos
- Programación Múltiple con 3 programas diferentes
- Modos de funcionamiento: ON/OFF, Programa, Manual, Temporal, Vacaciones, Antihielo, Chimenea
- Corrección de temperatura leída
- Configuración personalizada de la pantalla principal (Fecha, Hora, Temperatura Exterior, Funcionamiento...)
- Opcionalmente control vía App BAXI Connect disponible para iOS, Android y Windows

Características únicas para versiones modulantes:

- Visualización temperatura exterior.
- Cambio de modo Calor / Frío en bombas de calor
- Control de errores del equipo generador (caldera o bomba de calor)
- Control de ACS (temperatura y programación horaria)
- Monitorización y visualización del consumo de energía del equipo generador (caldera o bomba de calor)
- Información sobre el equipo generador (presión del circuito y temperatura de funcionamiento)
- Parámetros avanzados:
 - Pendiente de calefacción
 - Aislamiento de la vivienda
 - Inercia de los emisores: suelo radiante, radiadores, fancoils...

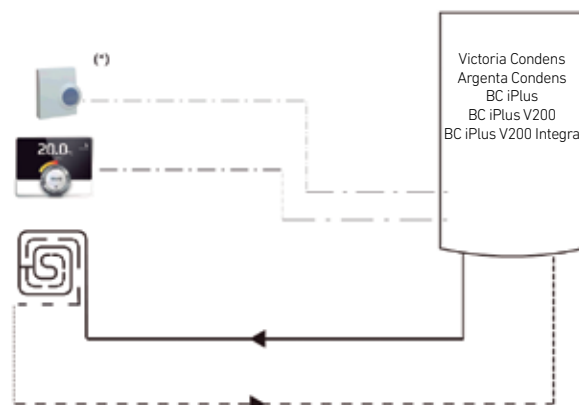
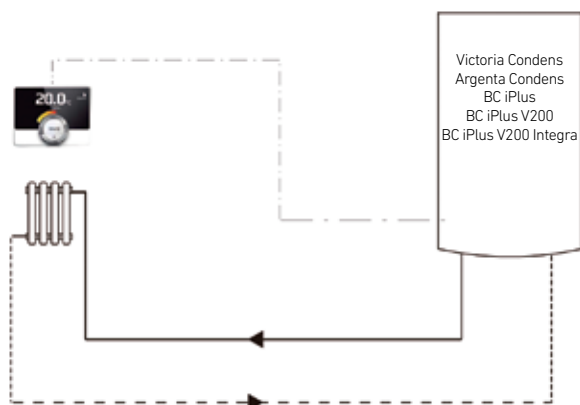
	TXM 10P	TXM 10 C	TXM
Protocolo de Modulación	BSB	OpenTherm ON/OFF	R-BUS
Aplicación	Calor	Calor Calor	Calor / Frío
Equipo generador	Platinum Plus	Platinum Compact ECO Universal	Victoria Condens
	Bios Plus	Platinum Alux	Argenta Condens
	EcoTherm Plus WGB	Neodens Plus ECO	Platinum BC iPlus
	Power HT Plus		Platinum BC iPlus V200
	Platinum GTF		Platinum BC iMax
	EuroCondens SGB		
	CPA		
	NHF		
Suministro	TXM + Gateway ITM10P	TXM + Gateway ITM10C	TXM
Referencia	7655831	7652304	7652308
PVP	220 €	215 €	160 €



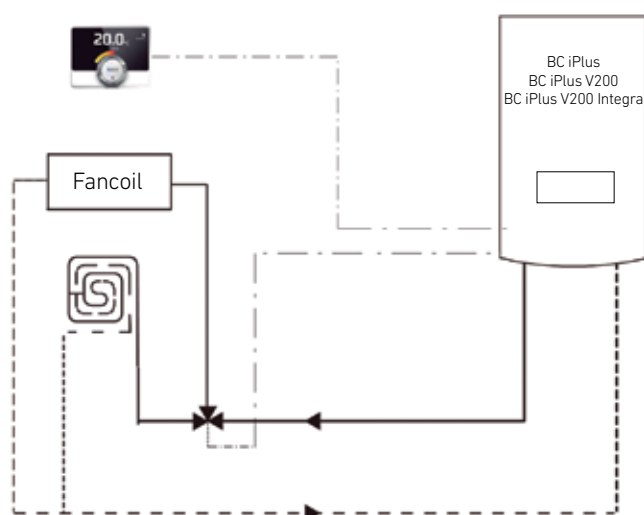
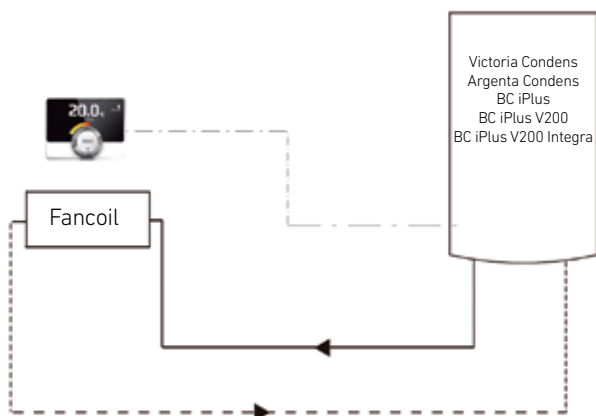
Clase	IV	V	VI	VII	VIII
Sonda Exterior	-	-	Si	Si	Si
Tipo Termostato	TPI	MOD	MOD	MOD	3 MOD
Tipo Caldera	ON/OFF	MOD	MOD	ON/OFF	MOD
Contribución	2%	3%	4%	3,5%	5%

Regulación multizona con TXM

Esquemas de principio (calor y frío dependiendo del generador)



(*) Sonda de humedad 0-10 V necesaria para suelos radiantes/ refrescantes, para evitar condensaciones en el piso en modo refrigeración. Se conecta directamente a las bombas de calor.

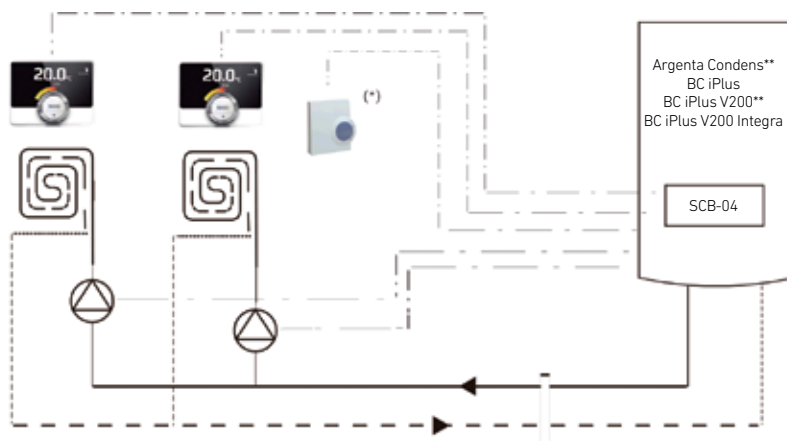


Selección automática del emisor suelo radiante o fancoil. Uso del circuito de suelo radiante para calor y del circuito de fancoils para frío.

Esquemas de principio a título orientativo, para la solución específica en función del modelo de generador y emisores, y del modo de funcionamiento (calor/frío) consultar oficina técnica BAXI.

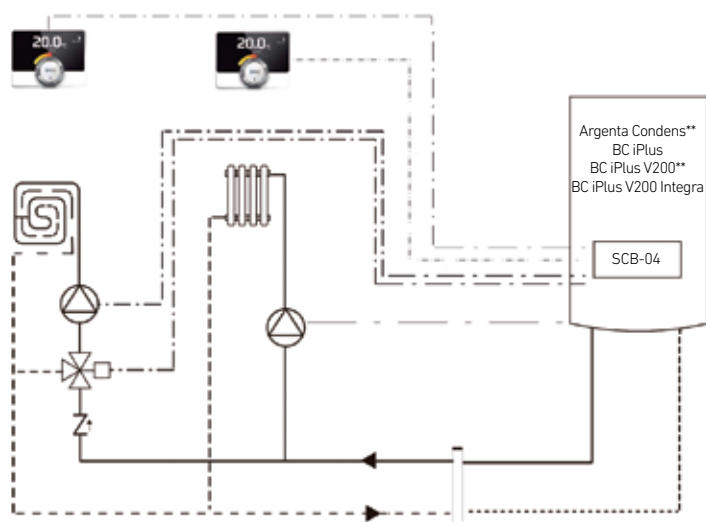
Regulación multizona con TXM

Esquemas de principio (calor y frío dependiendo del generador)

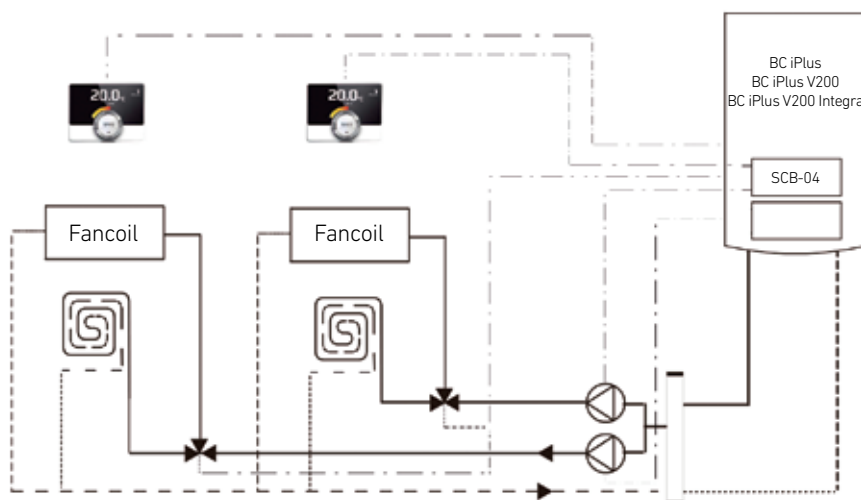


(*) Sonda de humedad 0-10 V necesaria para suelos radiantes/ refrescantes, para evitar condensaciones en el piso en modo refrigeración. Se conecta directamente a las bombas de calor.

(**) Posibilidad de prescindir de la botella de equilibrio en función de las características de la instalación.



(**) Posibilidad de prescindir de la botella de equilibrio en función de las características de la instalación.



Selección automática del emisor suelo radiante o fancoil. Uso del circuito de suelo radiante para calor y del circuito de fancoils para frío.

Esquemas de principio a título orientativo, para la solución específica en función del modelo de generador y emisores, y del modo de funcionamiento (calor/frío) consultar oficina técnica BAXI.

Sol 250

Sol 250 H

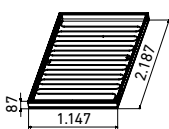
Sol 200

Sol 200 H

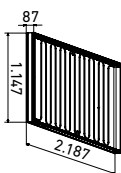


Instalación	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Superficie total m ²	2,5	2,5	2	2
Coletores por fila	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10
Absorbedor	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
Espesor absorbedor mm	0,4	0,4	0,4	0,4
Absorbancia %	95	95	95	95
Emitancia %	5	5	5	5
Circuito hidráulico	Serpentín	Serpentín	Serpentín	Serpentín
Vidrio solar	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.
Aislamiento posterior	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
Carcasa	De aluminio en color gris RAL7016	De aluminio en color gris RAL7016	De aluminio en color gris RAL7016	De aluminio en color gris RAL7016
Garantía (1) años	10	10	10	10

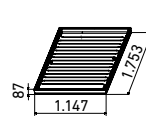
Superficie total m ²	2,51
Superf. de apertura m ²	2,37
Capacidad l	2,3
Peso vacío kg	47
Presión máx. trabajo bar	10
Temp. estancamiento °C	198



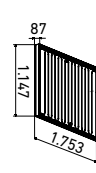
Superficie total m ²	2,51
Superf. de apertura m ²	2,37
Capacidad l	2,7
Peso vacío kg	49
Presión máx. trabajo bar	10
Temp. estancamiento °C	198



Superficie total m ²	2,01
Superf. de apertura m ²	1,90
Capacidad l	1,9
Peso vacío kg	35
Presión máx. trabajo bar	10
Temp. estancamiento °C	197



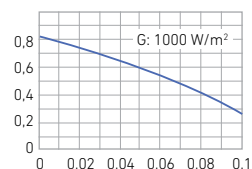
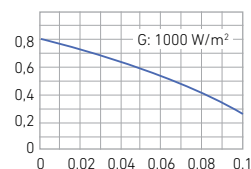
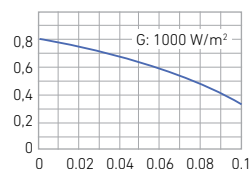
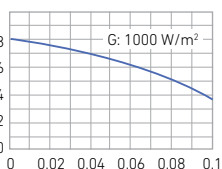
Superficie total m ²	2,01
Superf. de apertura m ²	1,90
Capacidad l	2,2
Peso vacío kg	36
Presión máx. trabajo bar	10
Temp. estancamiento °C	198



Curva de rendimiento

$$T^* = \frac{T_m - T_a}{G} \left[\frac{^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2}{\text{W}} \right]$$

Rendimiento η



Ecuación característica (2)	$\eta = 0,812 - 3,478 T^* - 0,018 GT^{*2}$	$\eta = 0,818 - 3,748 T^* - 0,016 GT^{*2}$	$\eta = 0,817 - 3,716 T^* - 0,018 GT^{*2}$	$\eta = 0,809 - 3,989 T^* - 0,017 GT^{*2}$
Contraseña certificación	GPS-8449	GPS-8450	GPS-8417	GPS-8420
Referencia	720364401	720364501	720364001	720364301
PVP	742 €	773 €	577 €	598 €

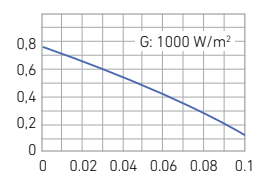
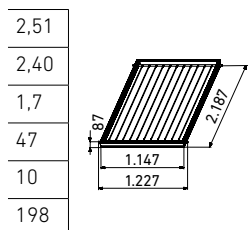
(1) Ver condiciones de garantía en la tarjeta que se adjunta con el producto

(2) Respecto a la superficie de apertura

Mediterraneo 250



Vertical
2,5
Hasta 10
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
De aluminio
8



$$\eta = 0,765 - 3,653 T^* - 0,012 GT^{*2}$$

GPS-8421

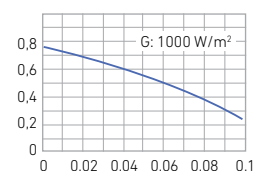
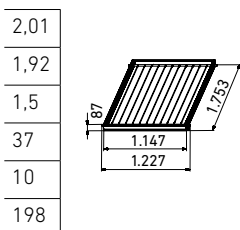
720363701

670 €

Mediterraneo 200



Vertical
2
Hasta 10
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
De aluminio
8



$$\eta = 0,770 - 3,924 T^* - 0,011 GT^{*2}$$

GPS-8421

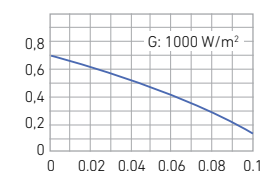
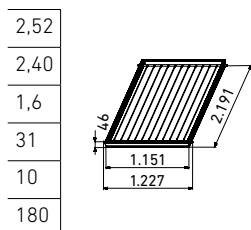
720363801

536 €

Mediterraneo Slim 250



Vertical
2,5
Hasta 8
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio de 20 mm
De aluminio
8



$$\eta = 0,740 - 3,915 T^* - 0,014 GT^{*2}$$

GPS-8600

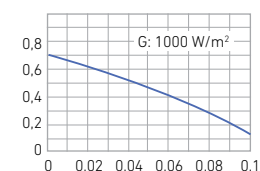
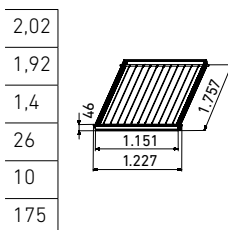
7219376

561 €

Mediterraneo Slim 200



Vertical
2
Hasta 8
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo
0,4
95
5
Parrilla
Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio de 20 mm
De aluminio
8



$$\eta = 0,729 - 3,847 T^* - 0,017 GT^{*2}$$

GPS-8600

7219375

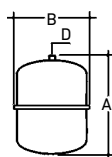
459 €





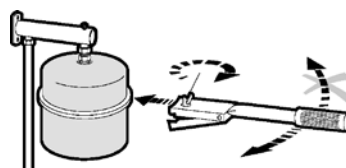
Vasoflex/S

- Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.
- Depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial.
- Recubrimiento interior sintético anticorrosión.
- Membrana especial para el contacto con agua potable evitando que afecte al sabor de la misma.
- Facilidad de montaje.
- No precisa ningún servicio de mantenimiento.



		8	12	18	25	35	50
Presión de llenado	bar	4	4	4	4	4	4
Capacidad	litros	8	12	18	25	35	50
Para acumulador ACS	litros	150	200	300	500	800	1000
A	mm	308	341	333	385	444	437
B	Ø	245	286	328	358	396	490
D		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"
Peso	kg	10	5,1	6,4	7,6	10,9	15,8
Presión máx. de trabajo	bar	10	10	10	8	8	8
Temp. máx. de trabajo	°C	70	70	70	70	70	70
Referencia		195200002	195200003	195200004	195200005	195200033	195200035
PVP		60 €	66 €	83 €	99 €	132 €	168 €

Accesorios para depósitos de expansión



VASOFLEX MB2

Soporte mural de acero para Depósito de expansión, Vasoflex y Vasoflex/S de 8 a 25 litros.

Referencia

195200006

PVP

5,05 €

FLEXCONSOLE

Soporte mural de acero, con roscas para la conexión de la tubería de la instalación y del depósito de expansión. Incorpora un purgador.

195200007

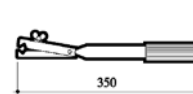
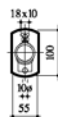
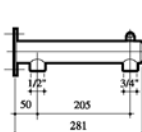
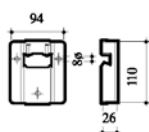
20,60 €

VASOFLEX DT

Herramienta para el montaje de los depósitos de expansión.

195200008

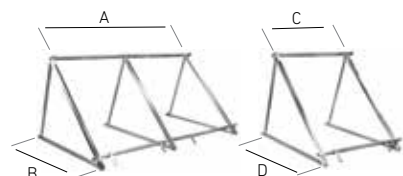
38,60 €



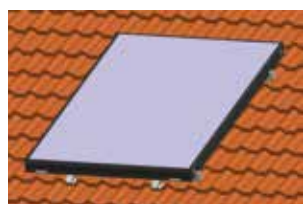
Soporte para colectores planos en Cubierta plana



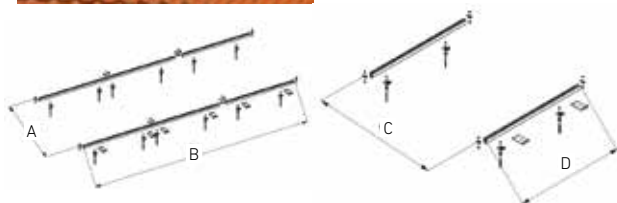
Soportes premontados para facilitar su instalación. Permiten variar la inclinación desde 30° a 55°. Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.



Soporte para colectores planos en Tejado inclinado



Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.



	Sol 250/200			Sol 250 H	
A mm	2468			4474	
B mm	1525			841	
C mm	1234			2237	
D mm	1525			841	
	2 colectores	1 colector	Suplemento	1 colector	Suplemento
Referencia	7218884	7217027	7217031	7217033	7217034
PVP	271 €	181 €	121 €	207 €	133 €

A mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
B mm	2374			4450		
C mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
D mm	1187			2227		
	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
Referencia	7212833	7212822	7212848	7212834	7212823	7212850
PVP	214 €	120 €	109 €	295 €	159 €	147 €

Kit fijación soporte para instalación bajo teja (opcional)

Referencia	7212855
PVP	66 €

Para soportes de dos colectores son necesarios 3 kits. Para soportes de un colector o suplementos, son necesarios 2 kits.

Accesorios hidráulicos

Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica

1 por cada fila

Referencia	7212785
PVP	112 €



1 por cada suplemento

Referencia	720239901
PVP	41 €



Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica

1 por cada fila

Referencia	7212785
PVP	112 €



1 por cada suplemento
(a partir del 3 colector de la fila)

Referencia	720239901
PVP	41 €



Sol 200 H			Mediterraneo 250/200			Mediterraneo Slim 250/200		
3606			2468			2468		
841			1525			1525		
1803			1234			1234		
841			1525			1525		
1 colector	Suplemento		2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
7217035	7217036		7218884	7217027	7217032	7218884	7217027	7217032
185 €	120 €		271 €	181 €	121 €	271 €	181 €	121 €

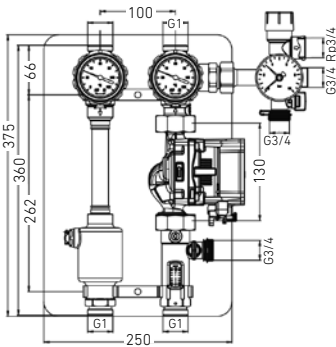
850			1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)		
3586			2468			2468		
850			1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)		
1793			1234			1234		
2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
7212832	7212821	7212849	7212853	7212852	7212854	7212853	7212852	7212854
263 €	142 €	137 €	214 €	120 €	109 €	214 €	120 €	109 €

Acoplamiento del tipo rápido, con junta tórica	Acoplamiento del tipo cónico de compresión (Ø22 mm - 3/4" M)	Acoplamiento del tipo cónico de compresión (Ø16 mm - 3/4" M)
1 por cada fila	1 por cada fila	1 por cada fila
7212785	7213453	7222025
112 €	112 €	87 €
		
1 por cada suplemento (a partir del 3 colector de la fila)	1 por cada suplemento	1 por cada suplemento
720239901	7213454	7222029
41 €	19 €	19 €
		

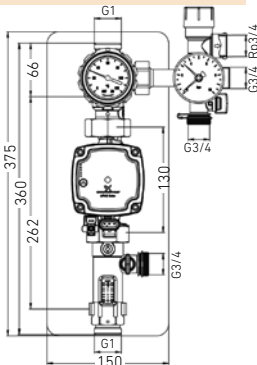
Grupo Hidráulico



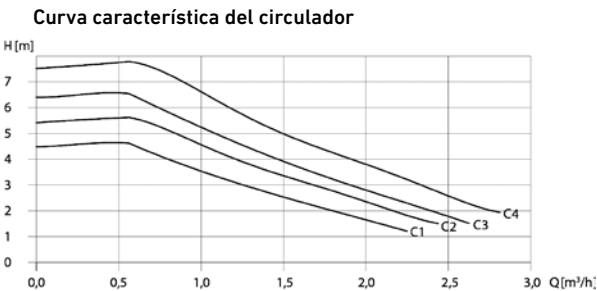
Incluye: Circulador de alta eficiencia, separador de aire, termómetros de ida y retorno, válvula de seguridad, manómetro, caudalímetro y llaves de vaciado y llenado.



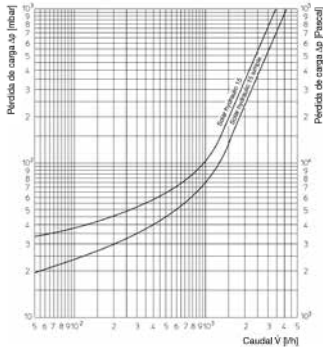
Incluye: Circulador de alta eficiencia, termómetro, válvula de seguridad, manómetro, caudalímetro y llaves de vaciado y llenado.



	Solar Hydraulic 15		Solar Hydraulic 15 Simple	
	SH 15	Soporte VE	SH 15 Simple	Soporte VE
Referencia	7221623	144940121	7221628	144940121
PVP	449 €	64 €	372 €	64 €



Pérdida de carga del grupo hidráulico

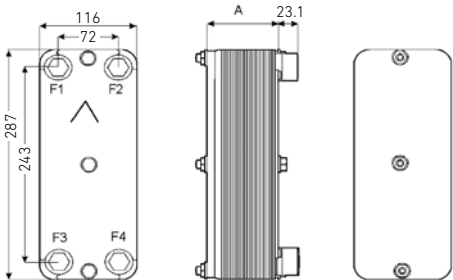


Intercambiador de placas M10H

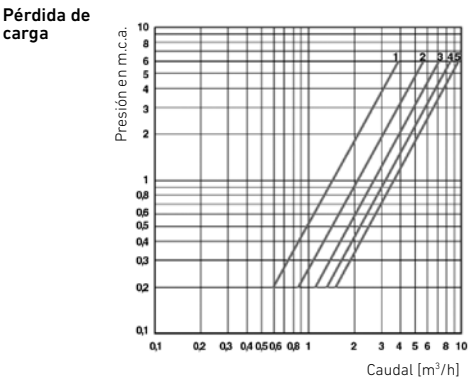


Placas desmontables, fabricado en AISI 316.
P. máx. 10 bar. T. máx. 100°C

- F1 - Salida circuito secundario a 1"
- F2 - Entrada circuito primario a 1"
- F3 - Entrada circuito secundario a 1"
- F4 - Salida circuito primario a 1"



	M10H 20	M10H 30	M10H 40	M10H 50	M10H 60
Cota A	65,7	88,5	111	134	157
Referencia	144940107	144940108	144940043	144940044	144940045
PVP	920 €	1.116 €	1.282 €	1.533 €	1.673 €



Características Térmicas	Aplicaciones		
	Piscina		ACS
Primario	Agua / propilen glicol a 35%		
Salto Térmico	55°C a 45°C	55°C a 48°C	55°C a 45°C
Secundario	Agua		
Salto Térmico	15°C a 25°C	20°C a 25°C	15°C a 45°C
Pérdida de carga	≤ 3 m.c.a.		
Potencia de intercambio	kW inicial	kW mantenimiento	kW
1) M10H a 20 placas	30,23	13,95	26,16
2) M10H a 30 placas	43,02	20,93	40,70
3) M10H a 40 placas	51,74	27,91	51,74
4) M10H a 50 placas	61,63	33,14	61,63
5) M10H a 60 placas	70,93	37,79	70,35



Centrales de regulación CS10 y CS2		Líquido solar FAC 10 y FAC 20	
CS 10: Control de hasta 13 instalaciones tipo (3 relés y 4 sondas).	CS 2: Control de hasta 10 instalaciones tipo (2 relés y 3 sondas).	Compuestos de propilenglicol e inhibidores de la corrosión.	
		FAC 10: Debe ser mezclado con agua, para -10°C mezcla 25%, para -20°C mezcla 40%, para -30°C mezcla 50%. Se suministra en garrafas de 10 l.	FAC 20: Solución premezclada protege hasta -28°C. Se suministra en garrafas de 20 l.
CS10	CS2	FAC 10	FAC 20
7212578	7212579	144940013	144940037
238 €	170 €	63 €	99 €



Vasoflex solar				
P. máx 8 bar. P llenado 2,5 bar. T máx 120°C.				
18 l	25 l	35 l	50 l	80 l
144940018	144940019	144940020	144940021	144940022
80 €	88 €	98 €	116 €	182 €



Mezclador termostático MT		Válvulas de seguridad			Válvulas de equilibrado dinámico	
Regula el ACS entre 30 y 60°C. T. máx. 90°C. P. máx. 10 bar. Caudal con Δp = 1 bar, 25 l/min para 3/4" y 27 l/min para 1".		P. tarado 6 bar. T. máx. 150°C			P. máx 25 bar. Rango temperaturas -20°C a 120°C. VE 412: rango de caudal 100-412 l/h, rango de pres. dif. 100-2100 mbar. VE 1270: rango de caudal 406-1270 l/h, rango de pres. dif. 300-4000 mbar.	
MT 3/4"	MT 1"	1/2"	3/4"	1"	VE 412	VE 1270
144940141	144940142	144940025	144940026	144940027	144940143	144940144
73 €	83 €	11,75 €	20,20 €	37,70 €	110 €	110 €



Purgador automático 1/2"		Separador de aire Flamcovent 22		Tubería flexible acero inoxidable			
Presión máxima 10 bar Temperatura máxima 120°C		Presión máxima 10 bar Temperatura máxima 200°C		Sistema rápido de doble tubería de acero inoxidable flexible, preaislada, que incluye el cable del sensor de temperatura, 4 rácores de unión y 4 abrazaderas.			
				DN 16 x 15 m	DN 20 x 15 m	4 Abrazaderas DN 16	4 Abrazaderas DN 20
Referencia	144940024	144940023		144940135	144940137	144940138	144940139
PVP	58 €	115 €		664 €	783 €	13,95 €	15,05 €

Panel aislante termo conformado



NOVEDAD

Propiedades dimensionales		
Dimensiones del panel	mm	1.450 x 850
Superficie del panel	m ²	1,23
Dimensiones útiles	mm	1.400 x 800
Superficie útil del panel	m ²	1,12
Altura del tetón	mm	22
Diámetro del tubo	mm	de Ø16 a Ø17
Paso	mm	múltiplo de 50
Cantidad de tubo por m ²		10 m a paso 10 cm / 6,67 m a paso 15 cm

Propiedades termo-acústicas		
Contuctividad térmica	W/(m·K)	0,034
Rigidez dinámica (2)	MN/m ³	30
Fonoabsorbencia (ΔLw) (3)	dB	27
Propiedades del EPS		
Densidad	kg/m ³	25
Resistencia mínima compresión al 10% de deformación	kPa	150
Color		Blanco
Propiedades de la barrera de vapor		
Material		Poliestireno de Alto Impacto (HIPS)
Espesor	mm	0,6
Color		Negro



		SR TC 21	SR TC 38	SR TC 46	SR TC 63
Ámbito de aplicación según UNE-EN 1264		Sobre local calefactado	Sobre espacio no calefactado >0°C o terreno	Sobre espacio no calefactado >-5°C	Sobre espacio no calefactado >-15°C
Propiedades dimensionales					
Espesor de la base (s)	mm	21	38	46	63
Espesor equivalente (s') (1)	mm	26	43	51	68
Espesor total (h)	mm	43	60	68	85
Propiedades térmicas					
Resistencia térmica (1)	m ² K/W	0,75	1,25	1,50	2,00
Embalaje					
Ud/caja	Ud	16	10	9	7
m ² /caja	m ²	17,92	11,2	10,08	7,84
cajas/palet	cajas	5	5	5	5
m ² /palet	m ²	89,6	56	50,4	39,2
m ² /camión	m ²	2.060,8	1.288	1.159,2	901,6
Dimensiones de la caja	mm	1.450 x 850 x 530			
Dimensiones del palet	mm	1.450 x 850 x 2.900			
Referencia		7694411	7694412	7694413	7694414
PVP	€/m ²	19,25 €	26,05 €	29,60 €	36,30 €
	€/caja	344,96 €	291,76 €	298,37 €	284,59 €

(1) Espesor efectivo calculado matemáticamente según EN-13163.

(2) Según EN-13172 (datos obtenidos en laboratorio independiente CEIS).

(3) Según EN-12354 para combinación de panel y losa con mortero de 120 kg/m².

Tubería**Tubo en Polietileno reticulado de alta densidad PE-X con BAO**

El tubo en Polietileno reticulado de alta densidad permite distribuir agua caliente para instalaciones de calefacción tradicionales y para instalaciones de calefacción por suelo radiante. La materia base del polietileno es el etileno que según su proceso de fabricación (polimerización) puede ser de baja, media o alta densidad. La densidad define lo compactas que están las moléculas del plástico, a mayor densidad mayor compactación y por tanto los enlaces de las cadenas moleculares son más fuertes, resultando un plástico más resistente a la presión y temperatura. Concretamente el tubo pertenece a los polietilenos de alta densidad asegurando su durabilidad incluso en combinación de presiones y temperaturas elevadas, incorporando barrera anti-oxígeno (BAO) que evita la corrosión de los componentes metálicos de la instalación por incursión de oxígeno a través del tubo plástico.

Conforme a las Normas EN ISO 15875 y DIN 4726, del cual destacan los excelentes resultados por su baja permeabilidad al oxígeno en dos puntos característicos:

Tubo a 40 °C; permeabilidad < 0,01 mg/m2.día

Tubo a 80 °C; permeabilidad = 1,09 mg/m2.día

Valores inferiores a los requerimientos exigidos según Normas:

EN1264 (suelo radiante), apartado 4, establece que la permeabilidad debe ser inferior o igual a 0,32 mg/m2.día a 40 °C.

DIN 4726 establece que ha de ser inferior a 0,32 mg/m2.día a 40 °C e inferior a 3,60 mg/m2.día a 80 °C.

Tubo multicapa

El tubo multicapa en PE-RT/AL/PE-RT puede ser utilizado en la realización de instalaciones para la distribución de agua caliente para instalaciones de calefacción por suelo radiante. El tubo multicapa en PE-RT/AL/PE-RT está formado por una capa interna de polietileno reticulado resistente a la temperatura PE-RT, una capa intermedia de aluminio, soldada a testa con tecnología láser, y una capa exterior también en polietileno reticulado resistente a la temperatura PE-RT, unidas entre sí mediante un adhesivo. La capa de aluminio facilita el curvado del tubo en el montaje del suelo radiante puesto que éste no tiende a volver a la posición original de cómo estaba enrollado, además realiza la función de barrera anti vapor, evitando la corrosión de los componentes metálicos de la instalación por incursión de oxígeno a través del tubo.

	16 x 1,5	16 x 1,5	16 x 2
	Rollo de 240 m	Rollo de 500 m	Rollo de 240 m
Referencia	193200026	7649478	193200049
PVP / m	1,55 €	1,55 €	1,65 €
PVP / rollo	372 €	775 €	396 €

Desfangador magnético orientable



NOVEDAD

Recomendado en sistemas de calefacción, refrigeración y solar térmica. Permite eliminar las impurezas del agua (máx. 50% de glicol) y desechos ferrosos que pueden dañar la caldera, bomba de calor o alguno de los componentes de la instalación como intercambiadores de placas y circuladores.

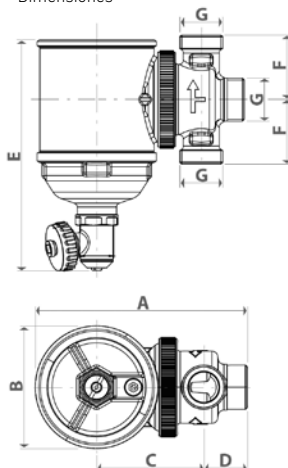
El desfangador magnético orientable se puede instalar en distintas posiciones (ángulo recto, vertical, horizontal...) y ofrece un doble proceso de filtrado para una mayor eficacia. Su tamaño es muy compacto, lo que permite su montaje por ejemplo bajo caldera.

Cuerpo principal de latón niquelado.

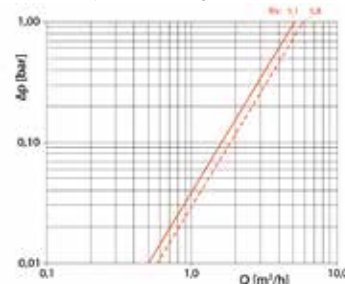
Filtro de acero inoxidable de 300 µm.
Juntas de EPDM.
Imán Neodimio (N35H).
Capacidad magnética de 6000 Gauss.
Llave de desagüe ajustable.

		3/4"
Rango temp. trabajo	°C	0 a 110
Presión máx. trabajo	bar	16
Conexión G		3/4" M
A	mm	126,5
B	mm	73
C	mm	64
D	mm	26
E	mm	141
F	mm	39,5
Referencia		7677634
PVP		100 €

Dimensiones



Curva pérdida de carga



Configuración	Curva gráfico	Kv
A		5,1
B		5,8

Desfangadores roscados

Permite la separación y la eliminación de las impurezas presentes en los circuitos hidráulicos de las instalaciones de calefacción y climatización.

Cuerpo de latón.

Filtro de acero inox.

Juntas de EPDM.

Opcionalmente, los desfangadores permiten colocar en su interior un separador magnético.

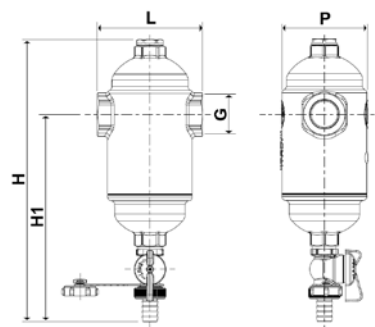
Núcleo magnético.

El desfangador magnético, además, atrae las impurezas metálicas de la instalación de calefacción y climatización.

Se limpia fácilmente sin necesidad de extraer todo el filtro.



Dimensiones



Esquema montaje accesorio: Desfangador + Sep. Magnético



		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	Separador Magnético
Caudal	m³/h	1,5	2,5	4	6	9	
Rango temp. trabajo	°C	0 a 110	0 a 110	0 a 110	0 a 110	0 a 110	
Presión máx. trabajo	bar	10	10	10	10	10	
Conexión G		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	
L	mm	97	97	125	125	125	
H	mm	260	260	263	263	263	
H1	mm	191	191	186	186	186	
P	mm	78	78	88	88	88	
Referencia		7214560	7214561	7214562	7214563	7214564	7663551
PVP		93 €	104 €	114 €	120 €	145 €	28 €